

Т. В. Ипполитова, А. Б. Веберг, А. В. Лукашин

## Влияние фиксации собак на тонус вегетативной нервной системы при регистрации электрокардиограммы

### Аннотация.

**Цель:** оценка степени эмоционального напряжения у клинически здоровых собак породы хаски при различном методе фиксации согласно показателям вариационной пульсометрии, в соответствии индексами Р. М. Баевского.

**Материалы и методы.** Для проведения исследования была сформирована группа из клинически здоровых 11 собак породы хаски с живой массой от 19 до 25 кг. Возрастные ограничения составили от 2 до 7 лет. Электрокардиограмму регистрировали используя аппаратно-программный комплекс Сонар. Изучали следующие показатели: ИВР (индекс вегетативного равновесия); ПАПР (показатель адекватности процессов регуляции); ИН (индекс напряжения регуляторных систем, стресс-индекс); ВПР (вегетативный показатель ритма).

**Результаты.** Получены данные, указывающие на прямую зависимость от способа фиксации, а также метода регистрации электрокардиограммы на вегетативную регуляцию сердечного ритма. Выделены методы регистрации электрокардиограммы, с наименее выраженным влиянием на гуморальный и вегетативный тонус, определена степень преобладания взаимодействия симпатической и парасимпатической нервной системы в регуляции сердечного цикла у собак.

**Заключение.** В ходе проведенной интерпретации полученных данных возможно заключить: применение методик регистрации электрокардиограммы, используя жесткую фиксацию, демонстрирует более выраженное влияние на вегетативный тонус, а также эмоциональное состояние исследуемых собак. Учитывая данный фактор, следует отметить, что несмотря на отсутствие показаний, характерных для заболеваний у исследуемой группы животных, вариационная пульсометрия по индексам Баевского Р. М. применима не только для извлечения более глубокой, более ценной прогностической информации о характере возможных изменений в миокарде и коронарных сосудах при различных микро и макро воздействиях на организм, но и для получения сведений о уравновешенности и стабильности процессов саморегуляции.

**Ключевые слова:** пульсометрия, электрокардиограмма, собаки, контактная площадка, фиксация, комплексы, стресс, эмоциональное напряжение.

### Авторы:

**Ипполитова Татьяна Владимировна** – доктор биологических наук, профессор; e-mail: [ippolitova01@mail.ru](mailto:ippolitova01@mail.ru);

**Веберг Анна Борисовна** – аспирант;

**Лукашин Андрей Владимирович** – аспирант; e-mail: [baccardi.boss@icloud.com](mailto:baccardi.boss@icloud.com).

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии имени К. М. Скрябина; Россия, 109472, Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23.

**Введение.** Современные технологии, применяемые в областях гуманитарной и ветеринарной медицины год за годом становятся более совершенными. Однако специфика ветеринарной медицины такова, что для проведения даже самых незначительных, малоинвазивных исследований требуется фиксация животного (в станке, вручную и т. д.). Данное воздействие определенно можно отнести к стрессовым, прямо или косвенно активирующим адаптационные механизмы организма.

Регистрацию ЭКГ у собак проводят, фиксируя на правом боку. Согласно экспериментально полученным данным, эмоциональное напряжение, вы-

званное фиксацией собак, потенцирует генерализацию возбуждения, влекущее изменение кровоснабжения миокарда. В связи с этим на ЭКГ нами отмечено изменение амплитуды, полярности, зубцов Р и Т, изменение, а также смещение сегмента S–T, что является показателем ишемических изменений в миокарде [4].

Ведущую роль в регуляции вегетативного равновесия играет симпатoadренальная система, вовлечение которой в реакцию практически на любое воздействие подтверждает универсальность выявленной схемы в цепи регуляторных механизмов [2]. Однако важно отметить, что выявленные от-

клонения не показывают уровень взаимодействия между симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы, не отражает степень напряжения регуляторных систем.

**Цель исследований:** изучение электрокардиограмм у собак, полученных при различном способе регистрации, методом вариационной пульсометрии по индексам Баевского Р. М.

**Материалы и методы.** Исследование проводили в ветеринарной клинике «Эсперанс». Учитывая тот факт, что показатели вариационной пульсометрии у собак не зависят от пола и возраста исследуемых клинически здоровых животных, однако имеют различные характеристики, связанные с породной принадлежностью. Для проведения исследования была сформирована группа собак породы хаски, которые включили в себя клинически здоровых 11 собак с живой массой от 19 до 25 кг. Возрастные ограничения составили от 2 до 7 лет. Электрокардиограмму регистрировали, используя аппаратно-программный комплекс Сонап.

В рамках выбранной цели изучали следующие показатели:

ИВР (индекс вегетативного равновесия) — отношение амплитуды моды к вариационному размаху. Отражает соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов ВНС. При доминировании активности симпатической нервной системы данный индекс будет возрастать.

$ИВР = АМо / ВР$ ; соответственно является отношением  $АМо$  — амплитуды моды (количество кардиоинтервалов, соответствующих диапазону моды в %) к  $ВР$  — вариационному размаху (разницей между максимальным и минимальным значениями  $RR$ ).

ПАПР (показатель адекватности процессов регуляции) — отношение амплитуды моды к моде. Отражает соответствие между активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы и ведущим уровнем функционирования синусового узла. При усилении влияния симпатического отдела нервной системы значение данного показателя повышаются.

$ПАПР = АМо / Мо$ ; соответственно является отношением  $АМо$  — амплитуды моды (количество

кардиоинтервалов, соответствующих диапазону моды в %) к  $Мо$  — моде — наиболее частым встречающимся значением  $RR$ .

ИН (индекс напряжения регуляторных систем, стресс-индекс) — важнейший показатель вариационной пульсометрии, характеризующий состояние центрального контура регуляции. Отличается очень высокой чувствительностью к усилению тонуса симпатической нервной системы.

$ИН = АМо / 2 ВР * Мо$ ;

Значения данного показателя варьируются в широких пределах, в связи с чем Баевский Р.М. предложил выделить следующие диапазоны значений:

30-90 у.е. — отражает состояние организма вне стресса.

90-160 у.е. — отражает нахождение организма в зоне адаптации при стрессе.

Более 160 у.е. — отражает перенапряжение регуляторных систем [1, 7].

Согласно другой классификации выделяют 5 типов диапазонов:

ИН ваготонический — до 30 у.е.

ИН нормотонический — от 31 до 120 у.е.

ИН симпатонический — от 121-300 у.е.

ИН сверхсимпатотонический — от 301-600 у.е.

ИН запредельный — более 600 у.е. [7].

ВПР (вегетативный показатель ритма) — отражает вегетативный баланс с точки зрения оценки активности автономного контура регуляции. Чем меньше ВПР, тем выше эта активность и тем в большей мере вегетативный баланс смещён в сторону преобладания парасимпатической нервной системы.  $ВПР = 1 / Мо * ВР$  [1, 7].

**Ход исследования.** Электрокардиограмму регистрировали, используя аппаратно-программный комплекс Сонап, посредством подключения к телу животных электродов типа крокодил, согласно стандартной цветовой маркировки: правая грудная конечность — «красный» электрод, левая грудная конечность — «желтый» электрод, правая тазовая конечность — «черный» электрод, левая тазовая конечность — «зеленый» электрод. Исключение составил этап связанный с постановкой конечностей собак на «Контактную площадку для регистрации

Таблица 1. Значение индексов Баевского,  $M \pm m$

| Индексы | Стандартная фиксация ( $M(\pm m)$ ) | Сидя ( $M \pm m$ )     | Используя контактную площадку ( $M \pm m$ ) |
|---------|-------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------|
| ИВР     | 121 ( $\pm 74,5$ )                  | 105,72 ( $\pm 72,7$ )  | 109,36 ( $\pm 79,77$ )                      |
| ВПР     | 8,54 ( $\pm 3,3$ )                  | 6,18 ( $\pm 3,4$ )     | 6,09 ( $\pm 3,6$ )                          |
| ПАПР    | 102,27 ( $\pm 41,4$ )               | 90,18 ( $\pm 38,6$ )   | 95,54 ( $\pm 48,9$ )                        |
| ИН      | 173,54 ( $\pm 101,7$ )              | 129,54 ( $\pm 100,5$ ) | 120,45 ( $\pm 97,97$ )                      |

электрофизиологических параметров животных» [5]. На данном этапе область контактной зоны соответствовала цветовой маркировке, как и при подключении «крокодилов».

После подключения электродов к коже животного типа «крокодил» для исследования при стандартной фиксации, а также при измерении в положении сидя. Запись электрокардиограммы в положении стоя производилась посредством контактной площадки. Места контакта кожи с электродами смазывались электрогелем, предварительно обезжирив спиртом. Убедившись в наличии стабильного контакта, начинали регистрацию ЭКГ. Запись в каждом положении вели в течение 5 минут. Перед очередным изменением положения исследуемым собакам предоставлялся отдых в течение 15 минут. Используются стандартные отведения ЭКГ I, II, III.

Завершающий этап исследования заключался в интерпретации, анализе записей электрокардиограмм. Согласно индексам Р. М. Баевского оценивались следующие показатели: индекс вегетативного равновесия (ИВР), вегетативный показатель ритма (ВПР), показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР), индекс напряжения регуляторных систем (ИН). В совокупности вышеупомянутые показатели вариационной пульсометрии отражают степень вегетативной регуляции работы сердца, степень активации механизмов центрального уровня саморегуляции.

**Результаты и обсуждение.** Результаты эксперимента представлены в таблице 1. Согласно интерпретации значения индексов Баевского Р. М., применение жесткой фиксации в большей степени влияет на активацию регуляторных механизмов.

Индекс вегетативного равновесия (ИВР) при фиксации на боку в среднем отличался более высокими значениями, чем при регистрации ЭКГ у собак сидя и при положении стоя, соответственно,  $121 (\pm 74,5) > 105,72 (\pm 72,7) > 109,36 (\pm 79,77)$ . Увеличение данного показателя отражает степень активации симпатической нервной системы.

Вегетативный показатель ритма (ВПР), отвечающий за автономный контур регуляции, имел тенденцию к снижению при методах регистрации без жесткой фиксации, что отражает усиление парасимпатического влияния на сердце собак. При фиксации данный показатель повышается, что от-

ражает более сильную активацию синусового узла и влияния активированных симпатических структур  $8,54 (\pm 3,3) > 6,18 (\pm 3,4) > 6,09 (\pm 3,6)$ .

Показатель адекватности процессов регуляции (ПАРП) был наиболее высок при фиксации собак на боку, что является признаком активации симпатической нервной системы:  $102,27 (\pm 41,4) > 90,18 (\pm 38,6) < 95,54 (\pm 48,9)$ .

Индекс напряжения (ИН) - основной показатель, который отражает состояние эмоционального напряжения, вызванное стрессовым воздействием. Из значений таблицы 1 справедливо отметить, что фиксация животного лежа отражает более выраженное изменение данного индекса. Наименьшее значение у собак данный индекс принимал при регистрации ЭКГ, используя контактную площадку. При фиксации на боку данный индекс в частности попадал в диапазон, характеризующимся перенапряжением регуляторных систем, а именно более 160 у.е.

$173,54 (\pm 101,7) > 129,54 (\pm 100,5) > 120,45 (\pm 97,97)$ .

Данные показатели отражают регуляторные процессы, которые при нормальной архитектонике электрокардиограммы являются значимыми и характеризуют степень активации механизмов регуляции.

**Заключение.** В ходе проведенной интерпретации полученных данных возможно заключить: применение методик регистрации электрокардиограммы, используя жесткую фиксацию, обладает более выраженным влиянием на вегетативный тонус, а также эмоциональное состояние исследуемых собак. Учитывая данный фактор, следует отметить, что несмотря на отсутствие показаний, характерных для заболеваний у исследуемой группы животных, вариационная пульсометрия по индексам Баевского Р. М. применима не только для извлечения более глубокой, более ценной прогностической информации о характере возможных изменений в миокарде и коронарных сосудах при различных микро и макро воздействиях на организм, но и для получения сведений об уравниваемости и стабильности процессов саморегуляции. Данные такого рода возможно использовать, например, для отбора собак с более стойким порогом возбуждения, согласно их назначению.

## Литература

1. Баевский Р. М., Кириллов О. И., Клецкин С. З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984, 220 с.
2. Ипполитова Т. В. Адаптационные реакции коров в связи с функциональным состоянием, физиологическими и технологическими нагрузками / Т. В. Ипполитова, А. А. Олешкевич, В. Н. Шевкопляс // Ученые записки Казанской гос. академии вет. медицины им. Н. Э. Баумана. — 2019. — Т. 238. — № 2. — С. 86-90.

3. Жильцова И. И. Показатели вариационной пульсометрии при интенсивной умственной нагрузке в состоянии выраженного психоэмоционального напряжения / И. И. Жильцова, Н. В. Альжев // Медицинские аспекты безопасности полетов: Материалы Всеармейской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 21–22 декабря 2016 года / Под редакцией А. Н. Бельских. – Санкт-Петербург: Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, 2017. – С. 100-102.
4. Лукашин А. В. Влияние эмоционального стресса на изменение электрокардиограммы собак / А. В. Лукашин // Адаптация и реактивность домашних животных: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня основания кафедры физиологии животных, Москва, 23–24 апреля 2020 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью научно-производственное объединение "Сельскохозяйственные технологии", 2020. – С. 121-127).
5. Патент на полезную модель № 196008 U1 Российская Федерация, МПК A61B 5/00, A61D 99/00. Контактная площадка для регистрации физиологических параметров у животных: № 2018123433; заявл. 28.06.2018; опубл. 13.02.2020 / Т. В. Ипполитова, А. В. Лукашин; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К. И. Скрябина».
6. Литвиненко С. Н. Показатели вариационной пульсометрии в экстремальных условиях высокогорного восхождения / С. Н. Литвиненко, Ю. В. Байковский, Н. С. Шумова, А. А. Митрофанов // Теория и практика физической культуры. – 2019. – № 1. – С. 17-19.
7. Ширяев О. Ю. Нарушения вегетативного гомеостаза при тревожно-депрессивных расстройствах и методы их коррекции / О. Ю. Ширяев, Е. И. Ивлева // Прикладные информационные аспекты медицины. – 1999. – Т. 2. – № 4. – С. 54-57.
8. Методические аспекты анализа временных и спектральных показателей variability сердечного ритма (обзор литературы) / Г. Н. Ходырев, С. В. Хлыбова, В. И. Циркин, С. Л. Дмитриева // Вятский медицинский вестник. – 2011. – № 3-4. – С. 60-70.
9. Katayama M. Heart rate variability predicts the emotional state in dogs / M. Katayama, T. Kubo, K. Mogi, K. Ikeda, M. Nagasawa, T. Kikusui // Behav. Processes. – 2016. – №1 28. – P. 108-112.
10. Pirintr P. Heart rate variability and plasma norepinephrine concentration in diabetic dogs at rest / P. Pirintr, W. Chansaisakorn, M. Trisiroroj, S. Kalandakanond-Thongsong, C. Buranakarl // Vet. Res. Commun. – 2012. – № 36. – P. 207-214.

---

Ippolitova T., Veberg A., Lukashin A.

## The effect of fixation of dogs on the autonomic nervous system, when registering an electrocardiogram

### Abstract.

**Purpose:** *To assess the degree of emotional stress in clinically healthy dogs of the Husky breed with a different method of fixation, according to the indicators of variational heart rate measurement, in accordance with the indices of R.M. Baevsky. Data indicating a direct dependence on the method of fixation, as well as the method of registration of the electrocardiogram, on the autonomic regulation of the heart rhythm were obtained. Methods for recording an electrocardiogram with the least pronounced effect on humoral and vegetative tone are allocated, the degree of predominance of the interaction of the sympathetic and parasympathetic nervous system in the regulation of the cardiac cycle in dogs is determined.*

**Materials and methods.** *To conduct the study, a group of dogs was formed, husky breeds that included clinically healthy 11 dogs with a live weight of 19 to 25 kg. Age restrictions ranged from 2 to 7 years. The electrocardiogram was recorded using the Conan hardware and software complex.*

**Results.** *Data indicating a direct dependence on the method of fixation, as well as the method of registration of the electrocardiogram, on the autonomic regulation of the heart rhythm were obtained. Methods for recording an electrocardiogram with the least pronounced effect on humoral and vegetative tone are allocated, the degree of predominance of the interaction of the sympathetic and parasympathetic nervous system in the regulation of the cardiac cycle in dogs is determined.*

**Conclusion.** *In the course of the interpretation of the data obtained, it is possible to conclude: the use of electrocardiogram registration techniques using rigid fixation has a more pronounced effect on the vegetative tone, as well as the emotional state of the dogs under study. Taking into account this factor, it should be noted that despite the absence of indications characteristic of diseases in the studied group of animals, variational pulsometry according to the indices of Baevsky R. M. is applicable not only to extract deeper, more valuable prognostic information about the nature of possible changes in the myocardium and coronary vessels under various micro and macro effects on the body, but also to obtain information about the balance and stability of self-regulation processes.*

**Key words:** pulsometry, electrocardiogram, dogs, contact pad, fixation, complexes, stress, emotional stress.

**Authors:**

**Ippolitova T.** – Dr. Habil (Biol. Sci.), Professor; e-mail: ippolitova01@mail.ru;

**Veberg A.** – graduate student;

**Lukashin A.** – graduate student; e-mail: baccardi.boss@icloud.com.

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology; Russia, 109472, Moscow, Skryabina Academician Street, 23.

## References

1. Baevsky R. M., Kirillov O. I., Kleskin S. Z. Mathematical analysis of changes in heart rhythm in stress. M.: Nauka, 1984, 220 p.
2. Ippolitova T. V. The adaptive reactions of cows in connection with the functional state, physiological and technological loads / T. V. Ippolitov, A. A. Oleshkevich, V. N. Shevkoplyas // Scientific Notes of the Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman. – 2019. – Vol. 238. – №2. – P. 86-90. DOI 10.31588/2413-4201-1883-238-2-86-91.
3. Zhiltsova I. I. Indicators of variation pulsometry with intensive mental stress in a state of pronounced psycho-emotional stress / I. I. Zhiltsova, N. V. Alzhev // Medical aspects of flight safety: materials of the All-Army Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, 21-22 December 2016 / Edited by A. N. Belsky. -St. Petersburg: Military Medical Academy named after S. M. Kirov, 2017. – P. 100-102.
4. Lukashin A.V. The influence of emotional stress on changing the electrocardiogram of dogs / A. V. Lukashin // Adaptation and reactivity of pets: materials of the International Scientific and Practical Conference on the 100th anniversary of the foundation of the Department of Physiology of Animals, Moscow, 23–24 April 24, 2020. -Moscow: Limited Liability Company Scientific and Production Association "Agricultural Technologies", 2020. – P. 121-127).
5. Patent for useful model No. 196008 U1 Russian Federation, A61B 5/00, A61D 99/00. Contact platform for registering physiological parameters in animals: No. 2018123433: Supponent. 06/28/2018: publ. 02/13/2020 / T.V. Ippolitova, A. V. Lukashin; The applicant of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology - MVA named after K. I. Skryabin".
6. Litvinenko S. N. The indicators of variation pulsometry in the extreme conditions of high -mountain ascent / S. N. Litvinenko, Yu. V. Baikovsky, N. S. Shumova, A. A. Mitrofanov // Theory and Practice of Physical Culture. – 2019. – № 1. – P. 17-19.
7. Shiryayev O. Yu. Violations of autonomic homeostasis with anxious and depressed disorders M, Methods of their correction / O. Yu. Shiryayev, E. I. Ivleva // Applied Information aspects of medicine. – 1999. – Vol. 2. – №4. – P. 54-57.
8. Methodological aspects of the analysis of temporary and spectral indicators of the variability of the heart rhythm (review of literature) / G. N. Khodyrev, S. V. Khlybova, V.I. Kirkin, S. L. Dmitrieva // Vyatka Medical Herald. – 2011. – №3-4. – P. 60-70.
9. Katayama M. Heart rate variability predicts the emotional state in dogs / M. Katayama, T. Kubo, K. Mogi, K. Ikeda, M. Nagasawa, T. Kikusui // Behav. Processes. – 2016. – №128. – P. 108-112.
10. Pirintr P. Heart rate variability and plasma norepinephrine concentration in diabetic dogs at rest / P. Pirintr, W. Chansaisakorn, M. Trisiroj, S. Kalandakanond-Thongsong, C. Buranakarl // Vet. Res. Commun. – 2012. – №36. – P. 207-214.