

Краткие сообщения

Рубрика

<https://doi.org/10.31043/2410-2733-2020-4-97-100>
УДК 612.17+612.8+612.2

Е. С. Литвинов, Т. В. Ипполитова

Вариабельность сердечного ритма, показатели индексов Каплана у здоровых собак

Аннотация. Исследования показателей индексов Каплана у собак ранее не проводились, и их нормальные значения в доступной литературе не описаны. Учитывая тонкость механизмов вегетативной регуляции сердца, существует потребность в расширении базы диагностики весьма распространенных заболеваний сердца у собак.

Цель исследований — изучение индексов Каплана у собак для оценки возможности включения их в комплексный подход к анализу функционирования сердца у собак. Исследовали 74 здоровых собак. Изучена зависимость изменения показателей индексов Каплана от возраста. Установлено несимметричное распределение показателей индексов Каплана в исследуемой группе собак. Для регистрации интервалограмм использовали компьютерный полиграфический усилитель «МКС КАРДи2-НП» (Россия). Запись проводилась у собак в спокойном состоянии в положении стоя или сидя. Для анализа полученных интервалограмм, получения значений индексов Каплана, был использован интегрированный инструментально-методический комплекс «CONAN».

Изучены следующие индексы Каплана: Индекс дыхательной модуляции (ИДМ); Индекс симпатoadреналового тонуса (САТ); Индекс медленноволновой аритмии (ИМА).

Установлены нормальные значения индексов Каплана: ИДМ, САТ, ИМА для собак. В связи с этим оценку этих индексов целесообразно включить в базовый набор комплексов методик диагностики заболеваний сердца у собак. Установлено отсутствие зависимости изменений индексов от возраста у собак. Отсутствие исследований индексов Каплана требует проведения дополнительных исследований в различных по весу группах на репрезентативной выборке.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма у собак, индекс Каплана у собак.

Авторы:

Литвинов Евгений Сергеевич — кандидат биологических наук; e-mail: kaf_fiziologii@mgavm.ru;

Ипполитова Татьяна Владимировна — доктор биологических наук; e-mail: kaf_fiziologii@mgavm.ru.

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина»; 109472, Россия, Москва, ул. Академика Скрябина, 23.

Введение. Исследование вариабельности сердечного ритма является быстро развивающимся разделом кардиологии, в котором наиболее полно реализуются возможности вычислительных методов. Это направление во многом инициировано работами известного отечественного исследователя Р. М. Баевского, который впервые ввел в практику ряд комплексных показателей, характеризующих функционирование регуляторных систем организма [1].

В основе деятельности сердца лежат механизмы его регуляции. Состояние регуляции сердечно-сосудистой системы, а именно функционального состояния различных отделов вегетативной регуляции у животных, в частности у собак исследовано мало. Традиционный анализ электрокардиограммы, принятый у собак в целом, не позволяет оценить правильно и полно состояние механизмов регуляции сердечной деятельности собак. В то время как анализ вариабельности сердечного ритма

позволяет исследовать более тонкие механизмы регуляции сердечно-сосудистой системы [2].

Исходными данными для анализа вариабельности сердечного ритма являются продолжительные одноканальные записи ЭКГ, выполняемые, как правило, в спокойном, расслабленном состоянии.

На одном из этапов анализа строится гистограмма распределения RR-интервалов с вычислением показателей описательной статистики и ряда комплексных индексов, характеризующих функционирование различных регуляторных систем: индекс вегетативного равновесия, адекватности процессов регуляции, напряжения регуляторных систем, дыхательной модуляции, симпатoadреналового тонуса, функциональной аритмии, кардиореспираторной синхронии, дестабилизации парасимпатического контроля и другие. Для многих этих индексов на большом экспериментальном материале, для людей, определены клинические нормы

в зависимости от пола и возраста, а также ряд последующих числовых интервалов, отвечающих дисфункциям той или иной степени [1].

Подобные немногочисленные исследования у животных были проведены. Так, например, у крупного рогатого скота исследования проводили Ипполитова Т. В. и Емельянова А. С. [3–6]. У лошадей исследование проводил Вербовик Е. В. [7]. Сердечная деятельность собак мелких пород была проанализирована методом вариационной пульсометрии по Р. М. Баевскому исследователем Шапкайтц О. А. [2, 8]. Однако, несмотря на проведенные исследования остается много открытых вопросов. Так, например, исследования показателей индексов Каплана у собак ранее не проводились и их нормальные значения в доступной литературе не описаны. Учитывая тонкость механизмов вегетативной регуляции сердца, существует потребность в расширении базы диагностики весьма распространенных заболеваний сердца у собак.

Цель исследований — изучение индексов Каплана у собак для оценки возможности включения их в комплексный подход к анализу функционирования сердца у собак.

Материалы и методы. Для проведения исследования были отобраны 74 клинически здоровые собаки. Для исключения патологии всем собакам проводилось клиническое обследование, общий анализ крови и мочи, биохимическое исследование крови, по показаниям проводилась рентгенография грудной клетки и ультразвуковое обследование. При наличии каких-либо отклонений собаки в исследование не включались.

Для регистрации интервалограмм использовали компьютерный полиграфический усилитель «МКС КАРДи2-НП» (Россия). Запись проводилась у собак в спокойном состоянии в положении стоя или сидя. Для анализа полученных интервалограмм, получения значений индексов Каплана, был использован интегрированный инструментально-методический комплекс «CONAN» (КОНТ-роль процессов и АНАлиз сигналов).

К индексам Каплана относят такие индексы, как:

- **Индекс дыхательной модуляции (ИДМ)** — оценивает степень влияния дыхательного ритма на вариабельность кардиоинтервалов. Индекс равен корню квадратному из суммы квадратов последовательных половинных разностей RR интервалов, деленный на их число, выраженный в процентах от среднего RR интервала. Индекс дыхательной модуляции принят как международный стандарт Европейской ассоциации кардиологов [9].

Индекс дыхательной модуляции рассчитывается по формуле: $\text{ИДМ} = (0,5 \cdot \text{RMSSD} / \text{RRNN}) \cdot 100\%$

Где:

RMSSD — среднеквадратичное отклонение разностей соседних кардиоинтервалов.

RRNN — среднее значение кардиоинтервалов.

- **Индекс симпатoadреналового тонуса (САТ)** — индекс симпатoadреналового тонуса в отличие от индекса напряжения Баевского учитывает только быстрый компонент вариативности кардиоинтервалов, так как содержит в знаменателе не суммарный размах кардиоинтервалов, а нормированную оценку изменчивости между последовательными кардиоинтервалами — ИДМ. Таким образом, чем меньше вклад высокочастотного (дыхательного) компонента ритма сердца в суммарную вариативность кардиоинтервалов, тем выше индекс САТ. Он очень эффективен для общей предварительной оценки сердечной деятельности у людей. Показатель индекса САТ, выходя за верхнюю возрастную границу нормы, является признаком нарушений в сердечной деятельности, а выход за нижнюю границу — благоприятным признаком

Индекс симпатoadреналового тонуса рассчитывается по формуле:

$$\text{САТ} = \text{АМо} / \text{ИДМ} \cdot 100\%$$

Где:

АМо — процент кардиоинтервалов, попадающих в модальный бин.

- **Индекс медленноволновой аритмии (ИМА)** — является естественным дополнением САТ. ИМА прямо пропорционален дисперсии кардиоинтервалов, но не суммарной, а оставшейся за вычетом быстрого компонента вариативности кардиоинтервалов [10].

Индекс медленноволновой аритмии рассчитывается по формуле:

$$\text{ИМА} = (1 - 0,5 \cdot \text{ИДМ} / \text{CV}) \cdot 100\% - 30$$

Где:

CV — коэффициент вариации

Полученные результаты подвергали статистической обработке, используя пакет программ описательной статистики (Microsoft Excel, 2007).

Результаты и обсуждение. Полученные результаты индексов ИДМ, САТ, ИМА проанализированы для определения распределения показателей. В ходе анализа выяснено, что показатели индекса ИМА имеют симметричное распределение, а показатели индексов ИДМ и САТ имеют ассиметричное распределение. В связи с этим для получения средних значений по показателям в случае с индексом ИМА использовали расчет среднего и стандартного квадратичного отклонения, а индексов ИДМ и САТ использовали расчет медианы.

По результатам статистической обработки выявлено, что для индекса ИМА: $M \pm m = 19,71 \pm 1,79$. Для индексов: Медиана ИДМ = 6,7 и Медиана САТ = 103,7.

Проведен сравнительный анализ показателей индексов у собак в зависимости от возраста. Для это-

го всех исследуемых собак разделили на возрастные группы: до 1 года, от 1 до 5 лет, более 5 лет.

Для сравнения значений в группах индекса ИМА, учитывая симметричное распределение, был использован критерий Стьюдента. Различия показателей считали достоверными при $p < 0,05$. Для индексов ИДМ и САТ, учитывая несимметричное распределение, использован критерий Манна-Уитни. Достоверность оценивали по таблице для оценки достоверности различий по величине коэффициента Манна Уитни.

Результаты приведены в таблицах.

Различия индекса ИМА в разных возрастных группах статистически недостоверны.

Во всех группах значения не входят в табличные значения для оценки достоверности различий по величине коэффициента Манна Уитни. Таким образом можно сделать вывод, что различия ин-

дексов ИДМ и САТ в разных возрастных группах статистически недостоверны.

Определено отсутствие зависимости изменений индексов от возраста у собак. В то же время для людей установлена зависимость повышения индекса САТ от повышения возраста [11].

Выводы:

Установлены нормальные значения индексов Каплана: ИДМ, САТ, ИМА для собак. В связи с этим оценку этих индексов целесообразно включить в базовый набор комплекса методик диагностики заболеваний сердца у собак.

Установлено отсутствие зависимости изменений индексов от возраста у собак.

Отсутствие исследований индексов Каплана требует проведения дополнительных исследований в различных по весу группах на репрезентативной выборке.

Таблица 1. Показатели индекса ИМА в разных возрастных группах собак, t/u

Сравнение возрастных групп	ИМА
до 1 года/от 1 до 5 лет (n=6/n=43)	0,21
более 5 лет/до 1 года (n=25/n=6)	0,66
более 5 лет/от 1 до 5 лет (n=25/n=43)	1,28

Таблица 2. Показатели индексов ИДМ и САТ в разных возрастных группах собак, U

Сравнение возрастных групп	ИДМ	САТ
до 1 года/от 1 до 5 лет (n=6/n=43)	121	138
более 5 лет/до 1 года (n=25/n=6)	67	88
более 5 лет/от 1 до 5 лет (n=25/n=43)	518	568

Литература

- Кулаичев А. П. Компьютерная электрофизиология — 3-е издание, дополненное и переработанное / А. П. Кулаичев. — Москва: Издательство МГУ, 2002. — 379 с.
- Шапкайтц О. А. Математический анализ регуляции сердечного ритма у ши-тцу / О. А. Шапкайтц // Журнал Ветеринарный доктор. — 2012. — № 4. — С. 27.
- Емельянова А. С. Индекс вегетативного равновесия у телок с разной вегетативной реактивностью / А. С. Емельянова // Молочное и мясное скотоводство. — 2010. — № 4. — С. 28–29.
- Емельянова А. С. Сравнительный анализ вегетативного показателя ритма при физической нагрузке у телочек с разными исходным вегетативным тонусом и вегетативной реактивностью / А. С. Емельянова // Ветеринария и кормление. — 2010. — № 2. — С. 36–37.
- Емельянова А. С. Анализ вариабельности сердечного ритма с целью оценки адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы коров-первотелок к нагрузке, обеспечиваемой лактационным процессом / А. С. Емельянова // Естественные и технические науки. — 2010. — № 5. — С. 196–198.
- Ипполитова Т. В. Математический анализ регуляции сердечного ритма у коров / Т. В. Ипполитова // Регуляция физиологических функций продуктивных животных: Межвуз. сб. науч. тр. — Москва, 1993. — С. 17–20.
- Вербовик Е. В. Особенности вегетативной регуляции сердечной деятельности у лошадей: Автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.13 / Е. В. Вербовик. — Москва. 2006. — 26 с.
- Шапкайтц О. А. Электрокардиографическая характеристика сердца у собак мелких пород. Диссертация кандидата биологических наук: 03.03.01: защищена 13.11.2013: / Шапкайтц Оксана Александровна. — Москва, 2013. — 110 с.
- Camm A. J. Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology. Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use / A. J. Camm, U. K. Marek Malik et al. // Journal of the American Heart Association. — 1996. — Vol. 93 — P. 1043.
- Кулаичев А. П. Компьютерная электрофизиология и функциональная диагностика — 4-е издание, переработанное и дополненное / А.П. Кулаичев — Москва: ИНФРА-М, 2007. — 389 с.

11. Каплан А. Я. Вариабельность ритма сердца и характер обратной связи по результату операторской деятельности у человека / А. Я. Каплан // Журнал высшей нервной деятельности. — 1999. — № 6. — С. 350–355.

Litvinov E., Ippolitova T.

Heart rate variability, indicators of Kaplan indices in healthy dogs

Abstract. *The study of indicators of Kaplan indices in dogs has not been previously conducted and their normal values are not described in the available literature. Given the subtlety of the mechanisms of autonomic regulation of the heart, there is a need to expand the diagnostic base for very common heart diseases in dogs.*

The aim of the research is to study the Kaplan indices in dogs to assess the possibility of including them in an integrated approach to the analysis of the functioning of the heart in dogs. 74 healthy dogs were examined. The dependence of changes in the Kaplan indices on age was studied. An asymmetric distribution of Kaplan indices in the studied group of dogs was established. Intervalograms were recorded using a computerized polygraphic amplifier «MKS KARDi2-NP» (Russia). Recording was performed on dogs in a resting state, standing or sitting. To analyze the obtained intervalograms, to obtain the values of the Kaplan indices, the integrated instrumental-methodological complex «CONAN» was used.

The following Kaplan indices have been studied: Respiratory modulation index (IDM); Sympathoadrenal Tone Index (SAT); Slow-wave arrhythmia index (IMA).

The normal values of Kaplan's indices were established: IDM, SAT, IMA for dogs. In this regard, the assessment of these indices should be included in the basic set of methods for diagnosing heart disease in dogs. The absence of dependence of changes in indices on age in dogs was found. The lack of research on Kaplan indices requires additional research in groups of different weight on a representative sample.

Key words: heart rate variability in dogs, Kaplan index in dogs.

Authors:

Litvinov E. — PhD (Biol. Sci.); e-mail: kaf_fiziologii@mgavm.ru;

Ippolitova T. — Dr. Habil. (Biol. Sci.); e-mail: kaf_fiziologii@mgavm.ru.

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА имени К.И. Скрябина»; 109472, Россия, Москва, ул. Академика Скрябина, 23.

References

1. Kulaichev A. P. Computer electrophysiology — 3rd edition, supplemented and revised / A. P. Kulaichev. — Moscow: MSU Publishing House, 2002. — 379 p.
2. Shapkaits O. A. Mathematical analysis of the regulation of the heart rate in Shih Tzu / O. A. Shapkaits // Journal of the Veterinary Doctor. — 2012. — № 4. — P. 27.
3. Emelyanova A. C. Index of vegetative balance in heifers with different vegetative reactivity / A. S. Emelyanova // Dairy and beef cattle breeding. — 2010. — № 4. — P. 28–29.
4. Emelyanova A. C. Comparative analysis of the vegetative indicator of rhythm during physical activity in heifers with different initial vegetative tone and autonomic reactivity / A. S. Emelyanova // Veterinary medicine and feeding. — 2010. — № 2. — P. 36–37.
5. Emelyanova A. C. Analysis of heart rate variability in order to assess the adaptive capabilities of the cardiovascular system of first-calf cows to the load provided by the lactation process / A. S. Emelyanova // Natural and technical sciences. — 2010. — № 5. — P. 196–198.
6. Ippolitova TV Mathematical analysis of the regulation of heart rate in cows / TV Ippolitova // Regulation of physiological functions of productive animals: Interuniversity. Sat. scientific. tr. — Moscow, 1993. — P. 17–20.
7. Verbovik E. V. Features of autonomic regulation of cardiac activity in horses: Author's abstract. dis. cand. biol. Sciences: 03.00.13 / E. V. Verbovik. — Moscow. 2006. — 26 p.
8. Shapkaits O. A. Electrocardiographic characteristics of the heart in dogs of small breeds. Dissertation of the candidate of biological sciences: 03.03.01: defended on 13.11.2013: / Shchapaits Oksana Aleksandrovna — Moscow, 2013. — 110 p.
9. Camm A. J. Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology. Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use / A. J. Camm, U. K. Malik et al. // Journal of the American Heart Association. — 1996. — Vol. 93. — P. 1043.
10. Kulaichev A. P. Computer electrophysiology and functional diagnostics — 4th edition revised and enlarged. Kulaichev — Moscow: INFRA-M, 2007. — 389 p.
11. Kaplan A. Ya. Heart rate variability and the nature of feedback on the result of operator activity in humans / A. Ya. Kaplan // Journal of higher nervous activity. — 1999. — № 6. — P. 350–355.