



УДК 619:616.073.7:636.7

І.А. МАКСИМОВИЧ, канд. вет. наук, доцент
Л.Г. СЛІВІНСЬКА, докт. вет. наук, професор

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАФІЯ У СОБАК: АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ (частина 3)

(Частини 1, 2 див. у № 8, 11 за 2013 рік)

Аналіз електрокардіограми проводять у II стандартному відведенні, який відповідає анатомічній та електричній осі серця й у якому всі зубці добре візуалізуються. Крім того, референційні норми в собак визначено для II відведення (праве бічне положення тварини й перпендикулярно розміщені до тулуба кінцівки) [1–3, 5–7].

Електрокардіограма (ЕКГ) складається із зубців, інтервалів (сукупність зубця і сегмента) та сегментів (відстань між двома зубцями). На ЕКГ диференціюються зубці, які позначаються буквами латинського алфавіту: P, Q, R, S, T. ЕКГ розшифровують, дотримуючись певного плану, що дозволяє уникнути діагностичних помилок. Якщо запис проведено неякісно (наявність артефактів), ЕКГ записують повторно.

1. Частоту серцевих скорочень (ЧСС) підраховують із кількох комплексів, щоб виключити вплив фізіологічної дихальної аритмії, застосовуючи кілька способів. Один з найпоширеніших – підрахунок кількості комплексів QRS на ділянці стрічки 15 см і множення цієї цифри на 20 (швидкість запису 50 мм/с) або на 10 (25 мм/с).

У разі неправильного ритму визначають мінімальну кількість ЧСС – за найбільшим інтервалом R–R і максимальну – за найменшим. Якщо кількість зубців P і комплексів QRS різна, їх підраховують окремо.

Іншим способом підрахунку ЧСС є ділення 600 (швидкість запису 50 мм/с) або 300 (25 мм/с) на кількість великих клітинок між двома комплексами QRS. Можна також поділити 1500 (швидкість запису 50 мм/с) або 3000 (25 мм/с) на кількість малих клітинок між двома комплексами QRS.

Для підрахунку частоти серцевих скорочень використовують також кар-

діологічну лінійку зі спеціальною шкалою [9].

2. Аналіз серцевого ритму. Ритмічність оцінюють, порівнюючи тривалість інтервалів R–R між послідовними серцевими циклами. Правильним вважається серцевий ритм, якщо тривалість інтервалів R–R однакова (допускається похибка в межах $\pm 10\%$). В інших випадках говорять про порушення серцевого ритму – аритмію. У нормі у здорових собак реєструється респіраторна (дихальна) аритмія.

3. Встановлення джерела збудження. На електрокардіограмі позначають кожен зубець P, комплекс QRS і зубець T. Перевіряють, чи кожному зубцю P відповідає комплекс QRS, а також чи після кожного шлуночкового комплексу наявний зубець T. За вираженої тахікардії важко ідентифікувати й відрізнити зубці P і T.

Якщо на ЕКГ наявний комплекс QRS без зубця P, то визначають форму шлуночкового комплексу, висоту, а також полярність зубців відносно ізоелектричної лінії.



УВАГА!

ТРИВАЄ ПЕРЕДПЛАТА НА ЖУРНАЛ НА 2014 РІКІ

У нормі електричний імпульс формується в синусовому вузлі (на ЕКГ реєструється зубець Р) і поширюється по передсердях згори вниз. У здорових собак можливий перехід джерела збудження від синусового вузла в нижні відділи передсердь (блукаючий пейсмейкер або блукаючий водій ритму), що на ЕКГ відображається зміною амплітуди й полярності зубця Р. Якщо джерело збудження виникає в нижньому відділі передсердь, на ЕКГ у стандартних відведеннях реєструються негативні зубці Р перед кожним комплексом QRS.

Ритм із атріовентрикулярного з'єднання (АВ-з'єднання) і шлуночковий або ідіовентрикулярний ритм вважаються патологічними. При першому зубець Р на ЕКГ відсутній, оскільки зливається з незмінним комплексом QRS, або реєструється після нього як негативний зубець. Шлуночковий ритм характеризується наявністю розширених і деформованих шлуночкових комплексів.

4. Аналіз функції провідності. Вимірюють ширину зубця Р, що характеризує швидкість проведення імпульсу по передсердях, тривалість інтервалу PQ/PR – характеризує атріовентрикулярну провідність і ширину комплексу QRS – відображає внутрішньошлуночкову провідність.

5. Вимірювання амплітуди й ширини зубців. ЕКГ аналізують у другому стандартному відведенні: 1 мм діагностичної стрічки дорівнює 0,02 с (швидкість запису 50 мм/с) або 0,04 с (25 мм/с).

Визначають полярність і форму кожного зубця, вимірюють амплітуду (висота від ізолінії до його вершини) та їх ширину (відстань від початку зубця до його закінчення), аналізують шлуночковий комплекс.

Визначають: висоту (амплітуда) і ширину зубця Р; довжину інтервалу PQ/PR; ширину комплексу QRS; висоту зубців Q, R, S; тривалість інтервалу Q–T; висоту і форму зубця Т; розміщення сегмента S–T відносно ізоелектричної лінії (рис. 1).

6. Визначення електричної осі серця. Електрична вісь серця (ЕВС) – це середній напрям його електрорушійної

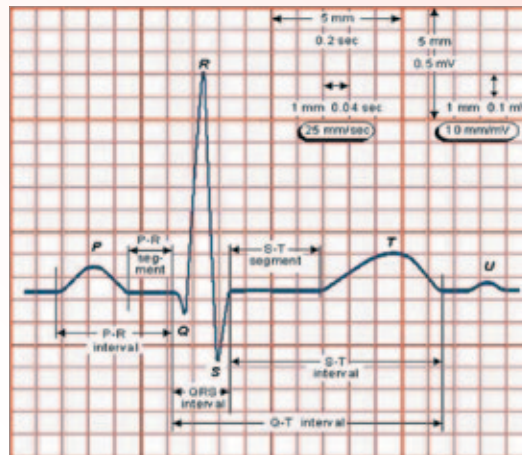


Рис. 1. Схематичне зображення зубців, інтервалів і сегментів на ЕКГ

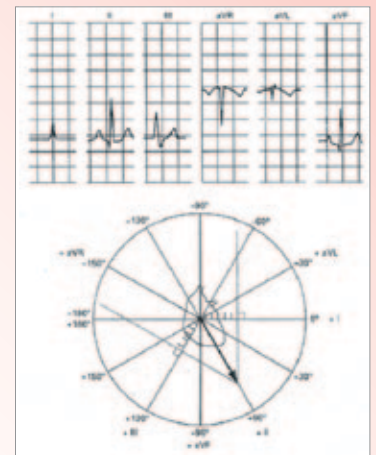


Рис. 2. Визначення електричної осі серця

сили або напрям підсумовуючого вектора деполяризації міокарда шлуночків у фронтальній площині.

Положення ЕВС використовують для підтвердження гіпертрофії або дилатації серця чи окремих його відділів і розпізнавання порушення внутрішньошлуночкової провідності. При збільшенні маси шлуночка (правого чи лівого) під час деполяризації утворюється значна різниця електричних потенціалів і змінюється напрям підсумовуючого вектора, що супроводжується зміщенням електричної осі серця відповідно вправо чи вліво.

ЕВС вираховують переважно за комплексом QRS, оскільки при зміні розміщення серця у грудній порожнині змінюється й конфігурація комплексу.

Електричну вісь серця визначають **візуальним методом**, використовуючи всі шість відведень від кінцівок. Максимальне позитивне значення алгебраїчної суми зубців комплексу QRS реєструється в тому відведенні, вісь якого збігається з розміщенням ЕВС. Так само знаходять найнижчий (негативний) комплекс – електрична вісь серця матиме протилежний напрям. Або ж встановлюють відведення, в якому комплекс QRS є однаковою мірою позитивним і негативним, – ЕВС буде перпендикулярною до нього. Визначають, яке із шести відведень є перпендикулярним до ізоелектричного. Наприклад, найбільш ізоелектричним є відведення aVL. Перпендикулярною до aVL є вісь II відведення. Алгебраїчна

сума зубців комплексу QRS у II відведенні є позитивною, тому вектор ЕВС знаходиться на позитивному боці осі, а його кут становить +60° (рис. 2).

Комплекс типу QS, де алгебраїчна сума зубців дорівнює нулю, записується в тому відведенні ЕКГ, вісь якого перпендикулярна до ЕВС.

Алгебраїчну суму амплітуди зубців комплексу QRS у I та III стандартних відведеннях вираховують **графічним методом**. Знайдені величини відкладають на позитивну або негативну вісь відповідного відведення. Із кожної позначеної точки проводять перпендикуляр до відповідної осі відведення, а місце перетину ліній з'єднують з центром системи координат. Ця лінія являє собою електричну вісь серця.

Наприклад, алгебраїчна сума для зубців комплексу QRS I відведення становить +6 (Q = 0, R = +6, S = 0). Величину +6 наносять на вісь I відведення, до якої в тому пункті проводять перпендикулярну лінію. Алгебраїчна сума для зубців комплексу QRS III відведення становить +6 (Q = -2, R = +8, S = 0). Ця величина відкладається на осі III відведення, до якої також проводять перпендикуляр. Із центра шестиосової системи відведень проводять вектор у точку, де перетинаються дві перпендикулярні лінії. Кут нахилу вектора (+60°) відповідає кутові нахилу електричної осі серця (рис. 2).

Можна вираховувати амплітуду комплексу QRS для кожного відведення зокрема. Якщо нанести на шестиосову систему відведень відповідні



точки й через кожну провести перпендикулярні лінії, то вони перетнуться в одному місці.

Аналіз електрокардіограми. Записану ЕКГ розшифровують за такою схемою: серцевий ритм; частота серцевих скорочень; ширина і висота зубця Р, його форма; інтервал і сегмент PQ; шлуночковий комплекс QRS (ширина і висота зубців); сегмент ST; зубець Т; інтервал QT; електрична вісь серця; встановлення регулятора серцевого ритму й наявність аритмій.

Ізоелектрична лінія на ЕКГ реєструється тоді, коли різниця потенціалів між електродами дорівнює нулю. Відхилення від ізоелектричної лінії, якщо це не пов'язано з патологічним процесом, є артефактом.

Зубець Р на ЕКГ утворюється внаслідок збудження передсердь. Спочатку деполяризуються клітини, які локалізуються в ділянці синусового вузла, далі збудження охоплюється праве, а згодом ліве передсердя. Зубець Р у нормі у собак є однофазним, симетричним і додатним в усіх відведеннях.

Зубець Р є першим позитивним зубцем перед шлуночковим комплексом і показником правильного синусового ритму. Амплітуда й форма зубця Р залежить від кількості клітин, які беруть участь в утворенні різниці потенціалів. Оскільки маса передсердь невелика, електричні потенціали, викликані деполяризацією, також невеликі. Після зубця Р настає період збудження атріовентрикулярного вузла. Цей період називають атріовентрикулярною затримкою, яка закінчується зубцем Q, а за його відсутності – зубцем R. Зубець Р разом з атріовентрикулярною затримкою утворюють інтервал PQ.

Інтервал PQ – це відстань від початку зубця Р до початку комплексу QRS. Якщо зубець Q відсутній, то вимірюється до початку зубця R (інтервал PR). Сегмент PQ – відстань від кінцевої частини зубця Р до початку зубця Q (на ЕКГ це лінія, яка з'єднує зубці Р і Q), відповідає періоду реполяризації передсердь і в нормі на ЕКГ знаходиться на ізоелектричній лінії.

Інтервал PQ (PR) характеризує передсердно-шлуночкову провідність і включає проходження збудження через передсердя, атріовентрикулярний вузол (АВ-вузол), пучок Гіса і його ніжки до міокарда шлуночків. При цьому в передсердно-шлуночковому вузлі настає сповільнення проходження збудження, завдяки чому скорочення шлуночків скоординоване з попереднім скороченням передсердь. Після проходження АВ-вузла хвиля деполяризації швидко проходить через ліву й праву ніжки пучка Гіса та волокна Пуркінє.

Комплекс QRS відображає процес деполяризації міокарда шлуночків. Вимірюється від початку зубця Q до кінця зубця S. Зубець R може бути тільки позитивним. Якщо він роздвоєний, то додатковий позитивний зубець позначається як R'. Зубці Q та S бувають тільки негативними. Коли зубець R відсутній, тоді негативний комплекс позначають як зубець QS. Один із зубців або обидва зубці Q і S на нормальній ЕКГ можуть бути відсутні.

На ЕКГ частіше проводять аналіз цілого шлуночкового комплексу (QRS), що дозволяє виключити діагностичні помилки, пов'язані з інтерпретацією кожного зубця окремо.

Зубець Q відображає деполяризацію міжшлуночкової перегородки. Вектор збудження спрямований в протилежну від позитивного електрода сторону, що спричиняє появу на ЕКГ негативного зубця Q. Внаслідок невеликої деполяризаційної хвилі амплітуда його низька, також він може бути відсутній. У собак віком до 6 місяців зубець Q має велику амплітуду.

Зубець R характеризує збудження міокарда шлуночків, при цьому деполяризаційна хвиля спрямовується в бік позитивного електрода. Через велику масу міокарда шлуночків на ЕКГ з'являється позитивний зубець R високої амплітуди. У собак волокна Пуркінє глибоко не проникають у серцевий м'яз, тому хвиля деполяризації спрямована від субендокардіальної зони до епікарда.

Зубець S відображає закінчення збудження шлуночків. Після збудження основної частини м'язів шлуночків (зубець R) деполяризація охоплює пограничні частини шлуночків і міжшлуночкової перегородки. Вектор деполяризації спрямовується від позитивного електрода й охоплює незначну частину тканин, що на ЕКГ відображається негативним зубцем S невеликої амплітуди. Може бути відсутній.

Ширина комплексу QRS відображає час деполяризації шлуночків. Якщо амплітуда зубців комплексу QRS більша 5 мм, їх позначають великими буквами (Q, R, S), а якщо менша – малими (q, r, s).

Інтервал QT відображає тривалість електричної активності шлуночків – де- і реполяризації (електрична систола шлуночків). Вимірюється від початку комплексу QRS до кінця зубця Т. Довжина інтервалу QT залежить від частоти серцевих скорочень: за тахікардії – коротший, а за брадикардії – довший, тому запропоновано кілька способів, які дозволяють внести поправку на ЧСС. Найчастіше використовують формулу Базета:

$$\text{інтервал QT (с)} = \text{час тривання інтервалу QT (с)} : \sqrt{R-R (с)}$$

Вимірювання інтервалу QT важливе для розпізнання деяких патологічних станів: синдрому довгого QT, а також при застосуванні протиаритмічних препаратів [8].

Сегмент ST – відповідає періоду повної деполяризації міокарда шлуночків перед їх реполяризацією, тому різниця потенціалів не виявляється. Шлуночки в цей час знаходяться в стадії повного збудження. Сегмент ST починається на кінці зубця S (пункт J) і закінчується на початку зубця Т. У нормі знаходиться на ізоелектричній лінії. Допускається зміщення вниз від неї – не більше 0,2 мВ або вгору – до 0,15 мВ.

Пункт J знаходиться в кінці комплексу QRS. Міокард шлуночків у цей час повністю деполяризований, різниця потенціалів відсутня, а проходження збудження припиняється навіть за



Таблиця – Значення ЕКГ у здорових собак

Частота серцевих скорочень		70–160 уд./хв
Зубець P		0,4 мВ × 0,04 с (у великих порід 0,05 с)
Інтервал PQ/PR		0,06–0,13 с
Комплекс QRS	висота	2,5 мВ – малі породи 3,0 мВ – великі породи
	ширина	0,05 с – малі породи 0,06 с – великі породи
Інтервал QT		0,15–0,25 с
Сегмент ST		не вище 0,15 мВ не нижче 0,2 мВ
Зубець T		не вище ¼ висоти зубця R
Електрична вісь серця		від +40° до +100°

патологічного стану. Тому пункт J має завжди розміщуватися на ізолінії.

Зубець T відображає процес реполяризації міокарда шлуночків. У здорових собак може бути позитивним, негативним, інколи двофазним, оскільки реполяризація міокарда в дрібних тварин відбувається хаотично (порівняно з людиною) [4]. Тому напрям відхилення зубця T у собак за інтерпретації ЕКГ є малоінформативним. У здорових тварин висота зубця T не повинна перевищувати ¼ висоти зубця R.

У собак після зубця T може реєструватися зубець U, проте він особливого діагностичного значення не має.

Запис ЕКГ без ознак порушення серцевого ритму і зміни кута нахилу електричної осі серця не виключає:

- збільшення серця (вектор ЕВС може знаходитись у межах фізіологічних коливань; амплітуда зубців може бу-

ти низькою за наявності рідини в перикарді, плевральній або черевній порожнині, при деяких захворюваннях легень і ожирінні);

– порушення ритму (аритмія) може не реєструватися саме під час запису ЕКГ.

Слід урахувати, що незначні відхилення від норми можуть бути типовими для окремих тварин. Наприклад, у худих тварин амплітуда зубців є більшою.

Електрокардіографічний висновок має містити такі складові:

1. Джерело ритму (синусовий чи інший).
2. Регулярність ритму (регулярний чи нерегулярний).
3. Частота серцевих скорочень.
4. Положення електричної осі серця.
5. Наявність електрокардіографічних синдромів: порушення ритму, порушення провідності, збільшення або перевантаження передсердь і/або шлуночків, ураження міокарда (ішемія, дистрофія).

У наступній статті – аналіз аритмій за порушення функції автоматизму.

СПИСОК

ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Бондаренко С.В.** Електрокардіографія собак. Методическое пособие / С.В. Бондаренко, Н.В. Малкова. – М.: Аквариум ЛТД, 2000. – 96 с.
2. **Дэй Томас К.** Интерпретация ЭКГ критических состояний у собак и кошек / Томас К. Дэй. – М.: ООО «Аквариум-Принт», 2008. – 160 с.
3. **Илларионова В.К.** Основы электрокардиографии собак /

В.К. Илларионова, Т.В. Ипполитова, В.Н. Денисенко. – М.: КолосС, 2005. – 48 с.

4. **Крижанівський В.О.** Діагностика та лікування інфаркту міокарда / В.О. Крижанівський. – К.: Фенікс, 2000. – 451 с.
5. **Мартин М.** Руководство по электрокардиографии мелких домашних животных / М. Мартин; пер. с англ. О.В. Суворов; под ред. А.И. Зориной. – М.: Аквариум ЛТД, 2012. – 144 с.
6. **Никишина И.В.** Основы электрокардиографии у собак и кошек. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов / И.В. Никишина, А.В. Кайдалов, Д.Н. Пудовкин. – Санкт-Петербург, 2005. – 23 с.
7. **Цвіліховський М.І.** Науково-практичні рекомендації з електрокардіографії собак і котів / М.І. Цвіліховський, А.А. Руденко, П.А. Руденко. – К., 2010. – 34 с.
8. **Шилов А.М.** Диагностика, профилактика и лечение синдрома удлинения QT интервала: Методические рекомендации / А.М. Шилов, М.В. Мельник, И.Д. Санодзе. – М., 2001 – 28 с.
9. **Pasławska U.** Praktyczna elektrokardiografia małych zwierząt: Atlas / U. Pasławska, B. Kurski. – Warszawa, 2008. – 123 s.

Одержано 13.01.2014

Електрокардіографія у собак: аналіз електрокардіограмми (часть 3). І.А. Максимович, Л.Г. Сливинская

Анализ электрокардиограммы проводят во II стандартном отведении, что соответствует анатомической и электрической оси сердца, в котором все зубцы хорошо визуализируются. Кроме того, определены нормы у собак для II стандартного отведения (правое боковое положение животного и перпендикулярно размещенные к туловищу конечности).

Electrocardiography in dogs: analysis of electrocardiograms (part 3). I.A. Maksymovych, L.G. Slivinska

The electrocardiogram analysis is performed in standard lead II, which corresponds to the anatomical and electrical axis of the heart and in which all the teeth are well visualized. In addition, the rules defined in dogs for standard lead II (right lateral position of the animal and placed perpendicular to the body extremities). ◉

