

Mastitis is the most common diseases of dairy cows and a significant threat to industry economic losses. An important issue is the timely diagnosis and decision making on the treatment and prevention of mastitis.

Material for the study was the data of the Training laboratory of the Nemishayevsky Agrotechnical College in the village of Mykulychiv (Separate Division of National Agriculture University of Ukraine «Nemishaeve Agricultural College») about the disease of subclinical mastitis in cows during the spring-autumn period of 2017. Researches were carried out on cows of Ukrainian Black-and-White dairy breed.

Analysis of the theses about the key problems of diagnosis, treatment and prevention of subclinical mastitis in cows provided an opportunity to develop personal strategies for solving these problems.

Prospects for further research are the search antimicrobials drugs free of antibiotics for treatment of subclinical mastitis in cows.

Keywords: *subclinical mastitis in cows, somatic cells, treatment of subclinical mastitis in cows, diagnosis of subclinical mastitis in cows, prevention of subclinical mastitis in cows, the quality of milk*

УДК 636.1.09:617-073

СУЧАСНІ МЕТОДИ РЕЄСТРАЦІЇ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ У КОНЕЙ

Б. В. ПОПАДЮК, аспірант*

С. І. ГОЛОПУРА, кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри терапії і клінічної діагностики

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: bogdana.popadiuk@nubip.edu.ua

Анотація. Електрокардіографія є основним інструментом для діагностики та класифікації аритмій. Щоб правильно провести діагностику аритмії, необхідно мати якісний запис електрокардіограми (ЕКГ) і вміти його інтерпретувати. Внаслідок анатомічних та фізіологічних особливостей ЕКГ коней дає мало інформації про розмір серця або точне походження ектопічного удару. В основному це лише інформація про частоту серцевих скорочень і ритм. У нормі імпульс проходить через серце фіксованим шляхом: через синусовий вузол і передсердний міокард, атріовентрикулярний вузол, пучок Гіса та волокна Пуркінє до шлуночків. При цьому виникає де- та реполяризація міоцитів, яка за реєстрації з поверхні тіла відображається на ЕКГ у вигляді відхилень кривої – зубці Р і Т, а також комплекс QRS.

* Науковий керівник – кандидат ветеринарних наук, доцент С.І. Голопура

© Б. В. ПОПАДЮК, С. І. ГОЛОПУРА, 2018

Сучасні прилади для реєстрації ЕКГ, оснащені акумулятором, картою пам'яті та функцією телеметрії, дають змогу практикуючим ветеринарним кардіологам проводити реєстрацію ЕКГ у спокої, під час навантаження та впродовж тривалого періоду часу, що особливо важливо за діагностики аритмій, колапсу, зниженої витривалості під час навантажень, а також під час інтенсивної терапії та лікування препаратами, що впливають на серцево-судинну систему. Розміщення електродів під час різних досліджень може суттєво відрізнятись, але важливо, щоб вони розміщувались вздовж середньої електричної осі серця, що забезпечить достатні відхилення на ЕКГ.

Ключові слова: електрокардіографія коней, кардіологія, розміщення електродів для ЕКГ

Актуальність. Електрокардіографія – золотий стандарт диференційної діагностики аритмій. Електрокардіограма (ЕКГ) може бути записана впродовж короткого або тривалого періодів, у стані спокою та під час фізичного навантаження. Електрокардіографію під час фізичного навантаження через дороге обладнання раніше проводили лише в спеціалізованих центрах. Упродовж останніх років порівняно дешеві реєстратори з акумуляторами стали доступними для практикуючих лікарів ветеринарної медицини.

Для правильної діагностики аритмій, необхідно мати якісний запис ЕКГ і вміти його інтерпретувати.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження серцево-судинної системи у коней завжди починають з детального анамнезу та ретельного загального огляду. Важливим аспектом клінічного дослідження тварин є належно проведена аускультация, яка дає змогу зібрати важливу інформацію щодо діяльності серця [1]. Подальші лабораторні та спеціальні діагностичні дослідження: біохімічний аналіз крові, ехокардіографія та електрокардіографія, можуть бути проведені для отримання додаткової інформації щодо точної причини і ступеня важкості серцевої патології [2].

Ехокардіографічне дослідження дає змогу отримати зображення серцевих структур, визначити розміри камер і забезпечує інформацією щодо серцевої функції [1].

Коли кардіоміоцит деполяризується або реполяризується, через його клітинну мембрану проходять струми різної напруги в різні часові інтервали, внаслідок чого виникає різниця потенціалів і зовнішнє електричне поле. Якщо де- або реполяризується одночасно багато клітин, виникає електричне поле достатньої напруги, яке вже можна реєструвати з поверхні тіла. Сума різниць потенціалів усіх окремих клітин може бути представлена середньою електричною віссю (СЕВ), яка відображає середній напрям електричної активності в серці. Найбільша різниця потенціалів реєструється у випадку, коли електроди розміщені паралельно СЕВ.

Два електроди, негативний і позитивний, між якими вимірюють різницю потенціалів, називають «відведенням». Якщо напрямок загальної деполяризуючої електричної активності спрямований до позитивного

електрода, відхилення на ЕКГ буде спрямоване вгору (позитивним). Якщо ж від позитивного електрода – вниз (негативним) [1].

За нормальних умов ритм проходить фіксованим шляхом через серце: від синусового вузла через міокард передсердь, атріовентрикулярний вузол, пучок Гіса та волокна Пуркін'є до шлуночків. Якщо ритм виникає в синусовому вузлі, його називають «синусовим».

Відхилення на ЕКГ виникають за деполяризації або реполяризації м'язів з порівняно великою масою (міокард передсердь і шлуночків). Деполяризація невеликої групи клітин синусового та атріовентрикулярного вузлів не здатна спричинити істотні зміни в електричному полі. Тому генерація імпульсів у синусовому вузлі не відображається на ЕКГ [1].

За поширення імпульсу через передсердя на ЕКГ утворюється зубець Р (рис. 1). Морфологія зубця Р різноманітна: він може бути подвійним, позитивним або двофазним. Коли частота серцевих скорочень змінюється, морфологія зубця Р також часто змінюється і навіть послідовні зубці Р на ЕКГ одного коня не завжди ідентичні. Оскільки синусний вузол у коней розташований у правому передсерді, при низькій частоті серцевих скорочень зубець Р часто роздвоєний: перший пік відображає деполяризацію правого передсердя (P_1), а другий – лівого передсердя (P_2). При двофазній морфології зубець Р зазвичай має негативно-позитивний характер. У нормі тривалість зубця Р до 0,16 секунди [3]. Зубець T_a , який відображає реполяризацію передсердь не завжди вдається чітко ідентифікувати на ЕКГ (рис. 1).

Передсердя і шлуночки ізольовані між собою фіброзною тканиною за винятком атріовентрикулярного (АВ) вузла. Через АВ-вузол імпульс проходить дуже повільно, що суттєво залежить від вагусного тону [1]. Оскільки проведення не призводить до відхилення на ЕКГ, воно відображається у вигляді інтервалу PR.

У коней у нормі PR-інтервал не перевищує 0,5 секунди, [3]. Пройшовши через АВ-вузол імпульс дуже швидко поширюється через пучок Гіса та волокна Пуркін'є і спричиняє деполяризацію шлуночкового міокарда, що призводить до значного відхилення на ЕКГ – комплекс QRS (рис. 1). Комплекс QRS складається з різних компонентів, визначених відповідно до міжнародної угоди. За угодою, перше позитивне (вгору) відхилення – це зубець R. Перше негативне (вниз) відхилення, яке передує зубцю R, називається зубцем Q. Перше негативне відхилення після зубця R – зубець S. Подальші позитивні відхилення – зубці R' , а негативні відхилення – зубці S' [4]. Тобто, хоча цей комплекс і називається «QRS», не завжди він має відповідну морфологію. Коням притаманна морфологія rS або rSr. Тривалість комплексу QRS у нормі не повинна перевищувати 0,14 секунди [3].

Кожна деполяризація супроводжується реполяризацією, представленою зубцем Т (рис. 1). У коней зубець Т має різноманітну за розміром і орієнтацією форму, що найбільше залежить від частоти серцевих скорочень. Навіть зміни в послідовних RR-інтервалах часто впливають на морфологію зубця Т, але раніше їх не вважали значущими за діагностику серцевої патології [1]. В останніх дослідженнях науковців показано, що у випадку коротких RR-інтервалів зубець Т у більшості випадків має позитивну

однофазну форму, а за довгих – однофазну негативну. У випадках проміжної тривалості RR-інтервалу перед екстрасистою зубець Т зазвичай має негативно-позитивну двофазну форму; таку саму форму він зазвичай має на нормальній ЕКГ коня [4]. До того ж зубці Т можуть бути корисними для диференціації нормальних шлуночкових комплексів від змінених та артефактів. Інтервал QT у нормі в коней триває не довше 0,6 секунди [3].

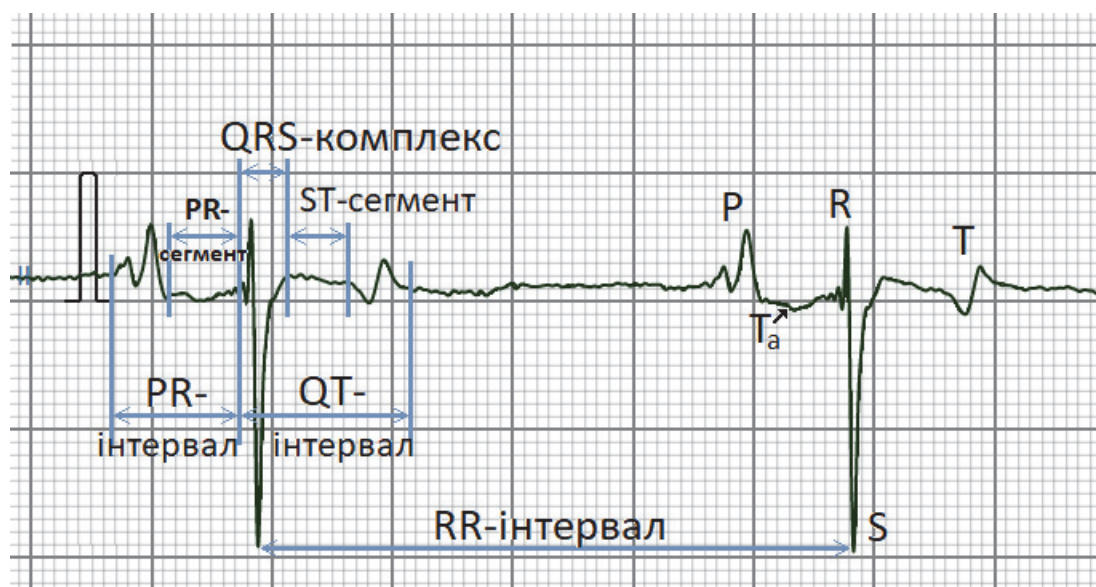


Рис. 1. Схематичне зображення ЕКГ коня

Слід брати до уваги, що система волокон Пуркін'є в коней значно більша, а деполяризація відбувається дещо інакше, ніж у людей і дрібних тварин. Тому комплекс QRS у коней дає мало інформації щодо розміру серця або точне походження ектопічного удару. В основному це лише інформація, яка стосується частоти серцевих скорочень і ритму [2].

Основне обладнання для ЕКГ складається з електродів, записувального пристрою і засобу відображення кривої. Раніше в якості електродів використовувались затискачі-«крокодильчики», які прикріплювали до шкіри коня після нанесення контактного гелю [5]. На сьогоднішній день дедалі частіше використовують самоадгезивні електроди, які не викликають неприємних відчуттів у тварин і значно поліпшують якість запису (рис. 2). Вистригати шерсть не потрібно, оскільки в такому випадку електроди швидше відпадають, особливо, якщо тварина пітніє.

Для амбулаторного запису можна використовувати будь-який пристрій ЕКГ. Однак, найліпше скористатися пристроєм невеликого розміру з акумулятором для проведення діагностики під час навантаження. Сучасні прилади оснащені Bluetooth-модулем та функцією телеметрії, що дає змогу проводити моніторинг у реальному часі [2]. Якщо пристрій має достатній обсяг пам'яті для зберігання інформації, можна провести довготривалий моніторинг.

Також існує програмне забезпечення для автоматичного аналізу нормальних і аномальних ритмів. Принцип полягає у виявленні зубців R, після чого запис сканується на предмет раптових коливань у тривалості RR-інтервалів. Комплексні алгоритми для аналізу морфології QRS існують і в

більш сучасному програмному забезпеченні, розробленому для кардіології людини та дрібних тварин. Однак, ці алгоритми не можуть правильно інтерпретувати ЕКГ коней, частково через велику амплітуду зубця Т. Тому візуальна оцінка, зазвичай, залишається необхідною [2].



Рис. 2. Прилад для реєстрації ЕКГ з чотирма кабелями для електродів та картою пам'яті, розроблений разом з фахівцями Київського політехнічного інституту ім. Ігоря Сікорського, а також самоадгезивні електроди.

Електрокардіографія у стані спокою має високу діагностичну цінність за постійних аритмій. Її також використовують за інтенсивної терапії, коли порушення серцевого ритму можуть виникнути внаслідок електролітного і рідинного дисбалансу, а також для контролю дозування певних препаратів, наприклад, квінідину сульфату за лікування фібриляції передсердь [6]. Щоб виявити порушення ритму, який виникає час від часу, необхідно провести 24-годинний моніторинг [6]. Він дає змогу визначити частоту змін ритму. До того ж, під час діагностичних досліджень коней на предмет колапсу може знадобитися постійний моніторинг ЕКГ, щоб підтвердити або спростувати причини серцевого походження. Такий тип моніторингу також застосовують для тварин, в анамнезі яких були випадки втрати свідомості та наявність аритмій. Проте з якихось причин ці зміни не були виявлені під час ЕКГ ні у стані спокою, ані під час та після навантаження. Як альтернативний варіант, можна використовувати подвійний ЕКГ-моніторинг, коли пристрій постійно веде запис ритму, проте, зберігає лише змінену ЕКГ під час і після нападів. Такий моніторинг може тривати безперервно протягом тривалого часу [7]. Електрокардіографічне дослідження під час навантаження може проводитись з метою оцінки аритмій, виявлених у стані спокою, не виявлених раніше, а також аритмій, що виникають лише під час фізичного навантаження.

Амбулаторну ЕКГ під час навантаження призначають коням із зниженими фізичними показниками та колапсом, а також у сукупності з іншими методами діагностики за аортальної регургітації. Для отримання

інформації щодо серцевого ритму необхідно підрахувати частоту серцевих скорочень під час бігу з різною швидкістю та порівняти її з референтними показниками [6].

Щоб записати ЕКГ, електроди необхідно приєднати до поверхні тіла коня і підключити до записуючого пристрою. Різні пристрої можуть мати 3, 4 і до 12 електродів (рис. 2).

Досі не існує загальноприйнятої системи відведень для використання у великих тварин. Зазвичай достатньо одного відведення. Проте перевага системи з кількома відведеннями в тому, що кожне з них визначає різницю потенціалів між двома електродами з різних кутів, що може бути корисним за диференціації нормальних і ненормальних комплексів (рис. 3) [2]. Різними дослідниками розроблено системи для 12 відведень, проте, на сьогодні вони не набули широкого практичного застосування і мають переважно наукове значення. Який би метод не застосовували, процедура повинна бути стандартизована так, щоб ЕКГ була придатна для порівняння [2]. Щоб було легше автоматично аналізувати ЕКГ, розташовуючи електроди, слід передбачати утворення негативних комплексів QRS і позитивних P- і T-зубців. Якщо для аналізу застосовують системи з гуманної медицини, краще використовувати запис із позитивними QRS-комплексами де зубці T за амплітудою не повинні їх перевищувати [7].

Найчастіше використовують системи з 4 електродами. У такій системі чорний електрод слугує референтним електродом для електрокардіографа і може бути розташований будь-де на поверхні тіла коня. Решта електродів використовують для побудови 3 відведень: I відведення між червоним (права рука -) і жовтим (ліва рука, +) електродами, II відведення між червоним (-) і зеленим (ліва нога, +) електродами, і III відведення між жовтим (-) і зеленим (+) електродами [5].

Досі немає чітко визначеного розташування електродів на тілі коня, тому місця прикріплення можуть бути адаптованим відповідно до обставин. Важливо розташовувати електроди вздовж СЕВ, яка спрямована від верхівки серця до його основи, дещо краніально і вправо (рис. 4.).

Для амбулаторних записів у стані спокою оптимальною є система відведень, яку в зарубіжній літературі називають «base-apex», або «base-to-apex» (від основи до верхівки) (рис. 5). Вона відповідає напрямку СЕВ і дає найбільші відхилення на ЕКГ як для передсердь, так і для шлуночків [8]. Негативний (червоний) електрод розташовують у нижній третині правого яремного жолоба або на лопатці, що відповідає ділянці основи серця. Позитивний (зелений) електрод розташовують над ділянкою верхівкового поштовху серця, на грудній клітці, каудально від лівого ліктя. Жовтий електрод розташовують на середині лівої лопатки. Чорний електрод можна розташувати будь-де на поверхні тіла коня.

Система base-apex не придатна для записів під час фізичного навантаження [8], оскільки у такому разі виникає багато артефактів руху та існує більша вірогідність, що електроди відпадуть.



Рис. 3. ЕКГ 7-річного жеребця бельгійської породи ваговозів. Запис має погану якість через велику кількість артефактів руху, однак, саме завдяки наявності третього відведення QRS-комплекси можливо відрізнити від артефактів. Розміщення електродів за адаптованою системою base-арех

Щоб реєструвати ЕКГ під час верхової їзди, слід використовувати адаптовану систему base-арех. Негативний (червоний) електрод розташовують над гребенем лопатки, біля холки. У разі сідлання він розміщений прямо перед лівим крилом сідла. Позитивний (зелений) електрод розташовують безпосередньо за попругою зліва. Жовтий електрод може бути розміщений безпосередньо над, або під зеленим, утворюючи додаткове відведення. Референтний електрод можна розташувати під червоним. При такому позиціонуванні вершник може легко прикріпити будь-який електрод [12].



Рис. 4. ЕКГ 12-річного мерина української верхової породи, друге відведення: А – за розташування електродів за системою base-арех: зубці і комплекси мають найбільшу амплітуду; Б – за розташування електродів за адаптованою системою base-арех: амплітуда зубців дещо менша, проте їхня форма аналогічна і відхилення незначні; В – за розташування електродів на кінцівках: зубці і комплекси мають значно меншу амплітуду, зубці Р і Т – іншу форму, а комплекс QRS – протилежну орієнтацію

Щоб електроди під час інтенсивних тренувань залишались нерухомими, можна помістити їх під трок, затягнутий навколо грудної клітки. У цій вертикальній модифікації системи base-арех, краніо-каудальна орієнтація СЕВ втрачається. Як наслідок, зубці Р матимуть нижчу амплітуду, проте, досі будуть наявні значні відхилення QRS-комплексів. Негативний (червоний) електрод розташовують з правого боку холки, позитивний (зелений) електрод

– позаду лівого ліктьового суглоба, над ділянкою верхівкового поштовху. Жовтий електрод розташовують на 10 см вище над зеленим. Референтний електрод можна розташувати будь-де під троком (рис. 5).

Під час проведення довготривалих записів, наприклад, впродовж 24 годин і більше, записувальний пристрій, електроди та дроти повинні бути захищені. З цією метою можна використати трок з розташованими під ним електродами. Сам рекордер поміщають у захисну коробку.

Зміни в системах, описаних вище, можуть бути здійснені відповідно до особистого досвіду та побажань [2].

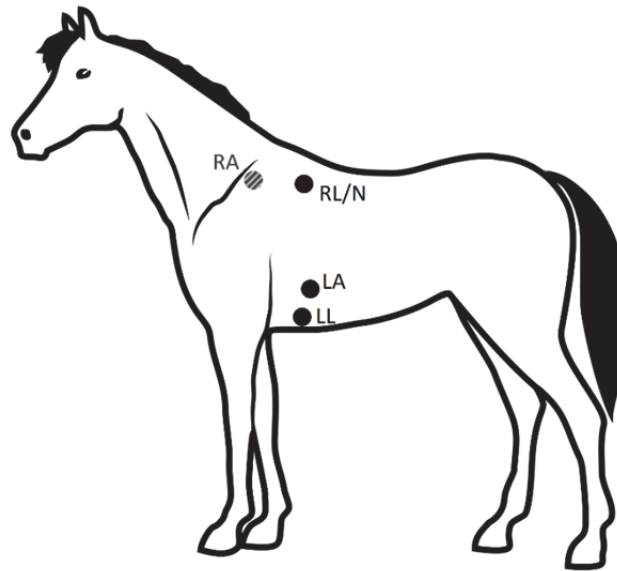


Рис 5. Схематичне зображення розташування електродів за адаптованою системою base-арех: RA – червоний електрод (права рука), розташування з правого боку; LA – жовтий електрод (права нога); LL – зелений електрод (ліва нога); RL/N – нейтральний електрод (ліва рука)

Висновки і перспективи. Для діагностики та класифікації аритмій ЕКГ необхідно реєструвати в стані спокою та під час навантаження, особливо в коней з випадками колапсу в анамнезі. Щоб підтвердити причини серцевого характеру, слід провести 24-годинний моніторинг з використанням самоадгезивних електродів. Обов'язковою умовою достовірного запису ЕКГ є розташування електродів вздовж СЕВ серця. У сучасних записуючих пристроях існує можливість бездротової передачі та зберігання сигналу, що дає можливість здійснювати довготривалий онлайн-моніторинг під час руху. Попри наявність сучасного програмного забезпечення для аналізу ЕКГ, у коней залишається необхідність візуальної оцінки, оскільки зубці Т з великою амплітудою перешкоджають якісному аналізу. Системи з кількома відведеннями мають ряд переваг порівняно із системою з одним відведенням, а інтерпретація отриманої ЕКГ може бути складною та вимагає досвіду.

Список використаних джерел

1. Patteson, M. Equine Cardiology / M. Patteson. –Wiley-Blackwell, 1996. – 254 p.
2. Verheyen, T. Electrocardiography in horses – part 1 : How to make a good recording / T. Verheyen, D. Decloedt, D. De Clercq et al. // VlaamsDiergen Tijds. – 2010. – Vol. 79. – P. 331–336.

3. Bonagura, J. D. Disorders of the cardiovascular system / J. D. Bonagura, V.B.Reef. In: S.M.Reed, W.M.Bayly, D.C.Sellon, eds. Equine Internal Medicine. 2nd Ed. – Saunders, Missouri, 2004. – P. 355–459.
4. Broux, B. Atrial Premature Depolarization-Induced Changes in QRS and T Wave Morphology on Resting Electrocardiograms in Horses / B. Broux, D. De Clercq, A. Decloedt, et al. // Journal of Veterinary Internal Medicine. –2016. – Vol. 30. – P. 1253–1259.
5. Fregin, G.F. Electrocardiography. Veterinary Clinics of North America /G. F. Fregin // Equine Practice. –1985. – Vol. 1 (2). – P. 419–432.
6. Marr, C. Cardiology of the Horse. 2nd ed. / C. Marr, M. Bowen. – Elsevier, London, 2010.
7. Reed, S. M. Equine Internal Medicine. 4th ed. / S. M. Reed, W. M. Bayly, D. C. Sellon. – Elsevier, St. Louis, Missouri, 2018.
8. Young, L. Diseases of the heart and vessels. / K. W. Hinchcliff, A. J. Kaneps, R. J. Geor, eds. Equine Sports Medicine and Surgery – Basic and Clinical Sciences of the Equine Athlete. –Elsevier Limited, Edinburgh, 2004. – P. 728–767.

References

1. Patteson, M. (1996). Equine Cardiology. Wiley-Blackwell, 254.
2. Verheyen, T., Decloedt, D., De Clercq, D. et al. Electrocardiography in horses –part 1 : How to make a good recording (2010). Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift, 79, 331–336.
3. Bonagura, J. D., Reef, V. B. (2004). Disorders of the cardiovascular system. In: S. M. Reed, W. M. Bayly, D. C. Sellon, eds. Equine Internal Medicine, Saunders, Missouri, 355–459.
4. Broux, B., De Clercq, D., Decloedt, A. et al. (2016). Atrial Premature Depolarization-Induced Changes in QRS and T Wave Morphology on Resting Electrocardiograms in Horses. Journal of Veterinary Internal Medicine, 30, 1253–1259.
5. Fregin, G. F. (1985). Electrocardiography. Veterinary Clinics of North America. Equine Practice, 1 (2), 419–432.
6. Marr, C., Bowen, M. (2010). Cardiology of the Horse. Elsevier, London.
7. Reed, S. M., Bayly, W. M., Sellon, D. C. (2018). Equine Internal Medicine. Elsevier, St. Louis, Missouri.
8. Young, L. (2004). Diseases of the heart and vessels. In: K. W. Hinchcliff, A. J. Kaneps, R. J. Geor, eds. Equine Sports Medicine and Surgery – Basic and Clinical Sciences of the Equine Athlete. Elsevier Limited, Edinburgh, 728–767.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕГИСТРАЦИИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАМЫ У ЛОШАДЕЙ

Б. В. Попадюк, С. И. Голопура

Аннотация. Электрокардиография является основным инструментом для диагностики и классификации аритмий. Для правильной диагностики аритмии необходимо иметь качественную запись электрокардиограммы (ЭКГ) и уметь ее интерпретировать. Вследствие анатомических и физиологических особенностей ЭКГ лошадей дает мало информации о размере сердца или точном происхождении эктопического удара. В основном это только информация о частоте сердечных сокращений и ритме. В норме импульс проходит

через сердце фиксированным путем: через синусовый узел и предсердный миокард, атриовентрикулярный узел, пучок Гиса и систему Пуркинье к желудочкам. При этом возникает де- и реполяризация миоцитов, которая при регистрации с поверхности тела отражается на ЭКГ в виде отклонений кривой - зубцы Р и Т, а также комплекс QRS.

Современные приборы для регистрации ЭКГ, оборудованы аккумулятором, картой памяти и функцией телеметрии, позволяют практикующим ветеринарным кардиологам проводить регистрацию ЭКГ в покое, во время нагрузки и в течение длительного периода времени, что особенно важно при диагностике аритмий, коллапса, сниженной выносливости во время нагрузок, а также при интенсивной терапии и лечении препаратами, влияющими на сердечно-сосудистую систему. Размещение электродов при различных исследованиях может существенно отличаться, но важно, чтобы они размещались вдоль средней электрической оси сердца, что обеспечит достаточные отклонения на ЭКГ.

Ключевые слова: электрокардиография лошадей, кардиология, размещение электродов для ЭКГ

MODERN METHODS FOR REGISTRATION OF ELECTROCARDIOGRAM IN HORSES

B. V. Popadiuk, S. I. Golopura

Abstract. *Electrocardiography is the main tool for diagnostics and classification of arrhythmias. In order to get a proper diagnosis for arrhythmia it is essential to have a clear electrocardiogram (ECG) record and advanced results analysis skills. Due to anatomical and physiological features the ECG in horses provides little to no information about size of the heart structures and specific origin of the ectopic beat. As of today, it mostly provides information concerning heart rhythm and rate. Under normal conditions current follows a fixed pattern through the heart through sinus node and atrial myocardium, atrioventricular node, the Hiss and Purkinje system to the ventricular myocardium. This results in de- and repolarization of the myocytes, which occurs on the basal ECG as deviations in the form of P and T waves and the QRS complex.*

Modern devices for ECG registration are equipped with accumulator, memory card and telemetry function, which provides an opportunity for vet cardiologists to conduct ECG registration at rest, during exercise, and over long period of time. This is crucial for diagnostics of arrhythmias, collapse, poor performance, and especially during critical care and treatment by preparations affecting cardiovascular system. The electrode placement may differ according to the type of investigation, but it is important to place them along the mean electrical axis of the heart, which provides the appropriate deviations on the ECG.

Keywords: *electrocardiography in horses, cardiology, ECG electrode placement*