

Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького
Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

<http://nvlvet.com.ua/>

УДК 619:616.2:619:616.07:636.1

Біохімічний профіль та кислотно-основний баланс крові у коней за астматичного синдрому

І.А. Максимович¹, А. Недзведзь², М.І. Леню¹, Л.Г. Слівінська¹
maksymovych@lvet.edu.ua, artur.niedzwiedz@up.wroc.pl, martalenjo@gmail.com

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького,
вул. Пекарська, 50, Львів, 79010, Україна;

²Природничий університет,
Грюнвальдська площа 47, 50-366 м. Вроцлав, Польща

У статті подано результати дослідження біохімічного профілю та кислотно-основного балансу (КОБ) крові в коней за астматичного синдрому.

У хворих на астму коней в сироватці крові встановлено збільшення вмісту загального білка та зниження концентрації глюкози. Підвищення активності лужної фосфатази та гамма-глутамілтранспептидази в хворих коней, очевидно, є результатом розвитку поєднаної (коморбідної) патології. Макроелементний статус характеризувався підвищенням вмісту загального кальцію та зниженням магнію в крові.

За астматичного синдрому в коней розвивається субкомпенсований дихальний алкалоз за якого в крові встановлена тенденція до зниження парціального тиску вуглекислого газу (pCO_2) і парціального тиску кисню (pO_2).

Ключові слова: коні, астматичний синдром, діагностика, біохімічний профіль крові, кислотно-основний баланс.

Биохимический статус и кислотно-основное состояние крови лошадей при астматическом синдроме

І.А. Максимович¹, А. Недзведзь², М.И. Ленё¹, Л.Г. Сливинская¹
maksymovych@lvet.edu.ua, artur.niedzwiedz@up.wroc.pl, martalenjo@gmail.com

¹Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С.З. Гжицкого,
ул. Пекарская, 50, г. Львов, 79010, Украина;

²Университет естественных наук,
Грюнвальдська площа 47, 50-366 Вроцлав, Польща

В статье представлены результаты исследования биохимического профиля и кислотно-основного баланса (КОБ) крови у лошадей за астматического синдрома.

У больных астмой лошадей в сыворотке крови увеличивается содержания общего белка, снижается концентрация глюкозы, повышается активность щелочной фосфатазы и гамма-глутамилтранспептидазы, повышается содержания общего кальция и снижается магний.

При астматическом синдроме у лошадей установлена тенденция к снижению парциального давления углекислого газа (pCO_2) и парциального давления кислорода (pO_2), что является показателем развития у больных лошадей субкомпенсированного дыхательного алкалоза.

Ключевые слова: лошади, астматический синдром, диагностика, биохимический профиль крови, кислотно-основной баланс.

Citation:

Maksymovych, I., Niedzwiedz, A., Leno, M., Slivinskaya, L. (2017). Biochemical parameters and acid-base balance of blood of horses with asthma syndrome. *Scientific Messenger LNUVMB*, 19(82), 205–211.

Biochemical parameters and acid-base balance of blood of horses with asthma syndrome

I. Maksymovych¹, A. Niedźwiedz², M. Leno¹, L. Slivinskaya¹
maksymovych@lvet.edu.ua, artur.niedzwiedz@up.wroc.pl, martalenjo@gmail.com

¹Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv, 79010, Ukraine;

²Wroclaw University of Environmental and Life Sciences,
Grunwald Square 47, 50-366 Wroclaw, Poland

The article presents the results of the study of the biochemical profile and the acid-base balance of blood in horses for the asthmatic syndrome. Recurrent obstruction of the respiratory tract from 2016 - asthma of horses, characterized by neutrophilic inflammation of the mucous membrane, bronchospasm, hypersecretion of mucus and hyperreactivity of the respiratory tract. Asthma of horses is a polyetiological disease, since a number of ecological, immunological and genetic factors play an important role in pathogenesis. The purpose of the work was to investigate the biochemical profile and acid-base balance of blood in horses for asthmatic syndrome. Materials for research were sports and workhorses. In the horses of the experimental group, the symptoms of recurrent airway obstruction (asthma) were recorded, which was accompanied by relapse, especially after previous contact with the dusty environment and mildew hay. Previous studies found that recurrent airway obstruction or asthma recorded in 10.8% of animals. Disease in horses was characterized by latent chronic course with recurrence periods.

For the asthmatic syndrome of horses in serum, an increase in total protein content and a decrease in glucose concentration are established. Increasing the activity of alkaline phosphatase and gamma-glutamyltransferase in sick horses, apparently, is the result of the development of combined (comorbid) pathology. Horses for asthmatic syndrome had an increased content of total calcium and reduced magnesium

In horses with asthmatic syndrome, symptoms of respiratory failure and abnormal alveolar gas exchange due to obstruction of the respiratory tract. For asthmatic syndrome in horses developing respiratory alkalosis in which the blood showed a trend to lower partial pressure of carbon dioxide (pCO₂) and the partial pressure of oxygen (pO₂).

Key words: horses, asthma syndrome, biochemical blood profile, acid-base balance.

Вступ

Хронічна дихальна недостатність дедалі частіше визнається причиною зниження фізичної працездатності коней (Buchek et al., 2017). Постановка правильного діагнозу вимагає спеціальних досліджень, зокрема аналізу газів артеріальної крові (газометрія) та кислотно-основного балансу, які характеризують газообмін в легенях. Респіраторна недостатність знижує толерантність до фізичного навантаження, проте клінічні симптоми не завжди є характерними. Бронхоальвеолярний лаваж (БАЛ) – це метод, що дозволяє оцінити стан респіраторного епітелію, кількість і тип клітин, присутніх у дихальних шляхах і є інформативнішим, порівняно з показниками газометрії або кислотно-основного балансу крові (Niedzwiedz et al., 2017), проте не дозволяє оцінити обмін дихальних газів (кисню та вуглекислого газу) (Ferro et al., 2002).

Рецидивуючу обструкцію дихальних шляхів (англ. Recurrent airway obstruction; RAO) у коней раніше називали хронічним обструктивним захворюванням легень (COPD, англ. chronic obstructive pulmonary disease), а з 2016 року – астмою коней (Maksymovych et al., 2016), характеризується нейтрофільним запаленням слизової оболонки, бронхоспазмом, гіперсекрецією слизу та гіперреактивністю дихальних шляхів (Davis and Rush, 2002; Léguillette, 2003). Астма коней є поліетіологічним захворюванням, оскільки ряд екологічних, імунологічних та генетичних чинників відіграють важливу роль у патогенезі (Williamson and Davis, 2007).

У коней, хворих на астму, реєструються симптоми дихальної недостатності та порушеного альвеолярно-

го газообміну за рахунок обструкції дихальних шляхів (Niedźwiedz et al., 2006).

Для аналізу дихальної функції та тканинного дихання використовується кислотно-основний баланс (КОБ), який тісно пов'язаний з газообміном у легенях. КОБ характеризує метаболічні зміни, що відбуваються в організмі, а відхилення у його показниках може стати основною причиною патологічних станів, супроводжувати ряд дисфункцій та сприяти різноманітним ускладненням (Stopyra et al., 2012).

Показники КОБ визначаються як у зразках артеріальної, так і венозної крові. Аналіз газів крові та кислотно-основного балансу, як правило, виконуються у коней за критичного стану або під час хірургічних втручань. Результати останніх досліджень вказують на значимість показників кислотно-основного балансу для визначення ефективності лікування коней (Ferro et al., 2002).

При обструкції дихальних шляхів за астми зменшується альвеолярний газообмін, що супроводжується змінами показників КОБ. Вплив аероалергенів у приміщенні, де утримуються коні, призводить до накопичення медіаторів запалення та інфільтрації лімфоцитами, макрофагами і плазматичними клітинами стінок бронхів, спазму гладкої мускулатури бронхів та ремоделювання стінок бронхіол (Niedzwiedz et al., 2017). Повторний вплив алергенів викликає стійкі зміни структури та функції нижніх дихальних шляхів (Niedźwiedz et al., 2006). За даними (Chevalier and Divers, 2003), моніторинг показників газометрії та кислотно-основного балансу є одним із інформативних методів оцінки газообміну в легенях.

У літературі міститься обмежена інформація щодо показників кислотно-основного балансу (КОБ) у здорових коней та коней за рецидивуючої обструкції дихальних шляхів або астми (Kupczyński and Śpitałnik, 2015).

Метою роботи було дослідити біохімічний профіль та показники КОБ крові у коней за астматичного синдрому.

Матеріал і методи дослідження

Матеріалом для досліджень були спортивні та робочі коні української верхової, ганноверської, вестфальської, англійської чистокровної, торійської порід і безпородні коні.

Дослідження проводилося на 26 тваринах: 13 коней, хворих на астму (дослідна група), і 13 клінічно здорових тварин (контрольна група). В усіх коней проводились клінічні, лабораторні дослідження, виконувалася ляринготрахеобронхоскопія та бронхоальвеолярний лаваж (БАЛ) з подальшим цитологічним дослідженням змивів з нижніх дихальних шляхів. Аналізували умови утримання та годівлі тварин. Коні обох груп не хворіли іншими захворюваннями.

У коней дослідної групи реєструвалися симптоми рецидивуючої обструкції дихальних шляхів (астми), які супроводжуються рецидивами, особливо після попереднього контакту з запиленним середовищем і запліснявілим сіном.

Коні утримуються в умовах спортивних кінних установ та у приватних господарствах.

Рецидив астми виникав після розміщення коней у погано провітрюваних денниках, годівлі сіном з видимим ростом плісневих грибків. Дослідження показали (Morgan et al., 2012), що утримання коней в такому середовищі викликає загострення астми в коней.

Клінічне дослідження коней включало: загальний огляд, вимірювання внутрішньої температури тіла, підрахунок частоти пульсу та дихання, оцінку кольору слизових оболонок, аускультацию серця та легень, перистальтика кишечника та час наповнення капілярів. Інші клінічні показники, що характеризують стан респіраторної системи, такі як кашель, розширення ніздрів і наявність «запального жолоба» були проведені відповідно до (Tilley et al., 2012).

Проби крові для біохімічного дослідження в коней відбирали з яремної вени, використовуючи ін'єкційні голки Ø16 × 40 мм у пробірці (2,0 мл; Sarstedt, Німеччина) з антикоагулянтом (EDTA-K) та пробірці (10 мл; Vacutest, Італія) без антикоагулянта. Проби транспортували в термомоктейнері та аналізували протягом 6 годин від моменту відбору.

Для отримання сироватки крові пробірки центрифугували при 3000 об/хв протягом 10 хв. У сироватці крові коней визначали концентрацію загального білка, альбумінів, загального білірубіну, глюкози, сечовини, креатиніну, вміст загального кальцію, неорганічного фосфору, магнію, феруму, активність аспартатамінотрансферази (АсАТ), аланінамінотрансферази (АлАТ), лужної фосфатази (ЛФ) і гамма-глутамілтранспептидази (ГГТП) за допомогою автоматичного біохімічного аналізатора Mindray BS-120

(Китай), використовуючи реагенти PZ Cormay S.A. (Польща). Вміст калію та натрію в сироватці крові коней визначали на напівавтоматичному біохімічному аналізаторі BioChem SA (США), використовуючи реактиви High Technology Inc., Production RD Walpole (США).

Для дослідження показників КОБ артеріальну кров відбирали анаеробно в гепаринизовані шприци пункцією лицевої артерії, використовуючи катетери 20G для ін'єкцій типу «метелик». Дослідження проб крові проводили відразу після відбору. Аналіз показників кислотно-основного балансу – рН (водневий показник), рСО₂ (парціальний тиск вуглекислого газу), рО₂ (парціальний тиск кисню) проводили на автоматичному газовому аналізаторі OPTI CCA-TS (OPTI Medical Systems, Inc., Roswell, GA, USA).

Математичну обробку отриманих результатів проводили з використанням програмного забезпечення *Microsoft Office Excel* за допомогою загальноприйнятих методів варіаційної статистики з оцінкою середнього (M), його похибки (m), вірогідність встановлювали за t-критерієм Стьюдента.

Результати та їх обговорення

Попередніми дослідженнями встановлено (Максимович, 2015), що рецидивуюча обструкція дихальних шляхів, або астма коней реєструється у 10,8% тварин.

Захворювання у коней характеризувалося латентним хронічним перебігом із періодами рецидивів. Температура тіла у хворих коней не була підвищеною (37,7 ± 0,06 °C), проте за ускладнення вторинною інфекцією виявляли субфебрильну гарячку. У 18% хворих коней реєструвалася тахікардія, а у понад 54% – тахіпноє. Носові виділення (серозні, слизові, слизисто-гнійні) частіше з'являлися зранку та під час тренування.

За астми в коней розвивався симптомокомплекс обструкції дихальних шляхів: черевний тип дихання, двоступеневий видих, западіння міжреберних просторів, наявність «запального жолоба». За легкого перебігу зміни в ділянці легень під час спокою відсутні. Після навантаження прискорене дихання супроводжувалося крепітацією по всій поверхні легень і хрипами у діафрагмальних долях. За важкого перебігу задня межа зміщувалася каудально, а хрипи реєстрували по всій поверхні перкуторного поля легень.

Задишка в стані спокою реєструвалася за важкої форми астми, або під час рецидиву. Дихання ставало прискореним, переривчастим, крила носа розширеними. Працездатність коней знижувалася.

При ендоскопії за астматичного синдрому в трахеї виявляли виділення 2° і вищого ступеня. За важкого перебігу астми у коней в БАЛ рідині наявна велика кількість слизу, а в цитологічних препаратах – змішана популяція клітин, найбільшою кількісною групою з яких є нейтрофіли – від 15 до 85% усієї популяції клітин (не більше ніж 5% у здорових коней) (Niedzviedz et al., 2017).

Серед ключових патофізіологічних чинників, що визначають особливості перебігу астми, важливе міс-

це займають зміни еритроцитарної ланки гемопоезу, які є фізіологічними механізмами адаптації організму до гіпоксії (Dovgij and Zabinjakov, 2013).

Результати наших досліджень показали, що у коней за астматичного синдрому найбільш вираженими були зміни морфологічних показників крові: збільшується кількість еритроцитів ($P < 0,05$), концентрація гемоглобіну ($P < 0,01$), величина гематокриту ($P < 0,01$), середній об'єм еритроцитів ($P < 0,001$) та середній вміст гемоглобіну в еритроциті ($P < 0,001$). У хворих на астму коней встановлено більшу кількість лейкоцитів ($P < 0,001$) у крові порівняно з клінічно здоровими тваринами, тенденцію до збільшення кількості еозинофілів, збільшення кількості паличкоядерних ($P < 0,01$) та сегментоядерних ($P < 0,01$) нейтрофілів, кількості моноцитів ($P < 0,05$), однак, кількість лімфоцитів знижується ($P < 0,001$). Кількість тромбоцитів і тромбокрит у хворих астмою коней були нижчими порівняно з клінічно здоровими тваринами ($P < 0,05$; $P < 0,01$) (Maksymovych and Slivinska, 2017).

При дослідженні біохімічного профілю у хворих на астму коней встановлено вірогідно вищий вміст загального білка в сироватці крові ($P < 0,01$), порівняно з клінічно здоровими тваринами (табл. 1), що, очевидно, є результатом збільшення грубодисперсних фракцій білка. Вміст альбумінів у сироватці крові хворих коней не відрізнявся від показників клінічно здорових тварин. Подібні результати отримані при дослідженні концентрації загального білірубину в крові дослідної та контрольної груп коней (табл. 1).

Таблиця 1

Біохімічні показники сироватки крові коней за астматичного синдрому

Показники	Клінічно здорові коні	Хворі коні
Загальний білок, г/л	61,6 ± 0,85	69,2 ± 2,18**
Альбуміни, г/л	36,9 ± 0,56	37,9 ± 0,59
Заг. білірубін, мкмоль/л	20,1 ± 1,18	19,3 ± 1,65
Глюкоза, ммоль/л	5,8 ± 0,17	5,3 ± 0,16*
Сечовина, ммоль/л	5,3 ± 0,20	4,8 ± 0,16
Креатинін, мкмоль/л	126,6 ± 4,60	115,9 ± 6,10

Примітка: вірогідність різниць порівняно з показниками клінічно здорових коней (* – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$)

У крові хворих коней вміст глюкози був вірогідно нижчим ($P < 0,05$) порівняно з контрольною групою тварин, тоді як концентрація сечовини та креатиніну мали тенденцію до зниження, а різниця не була вірогідною (табл. 1).

Активність АсАТ та АлАТ у крові хворих на астму коней не відрізнялася від показників клінічно здорових тварин (табл. 2). Очевидно, що за астматичного синдрому в період ремісії у коней не порушується проникність мембран клітин, де ферменти локалізуються (Levchenko et al., 2002; Singh et al., 2011).

Хронічні обструктивні захворювання легень (ХОЗЛ) призводять до позалегенових системних ефектів, зокрема до хронічних захворювань печінки, які

ускладнюють перебіг хвороби (Chuchalin and Ovcharenko, 2006). Ураження паренхіми печінки дисметаболического характеру є поширеною хронічною патологією гепатобіліарної системи у людей (Sokolova, 2011).

У сироватці крові хворих на астму коней активність екскреторних ферментів – ЛФ та ГГТП була вірогідно вищою ($P < 0,05$; $P < 0,05$) порівняно з клінічно здоровими тваринами (табл. 2). Очевидно, що у коней за астматичного синдрому розвивається поєднана (коморбідна) патологія за якої уражаються також клітини печінки (Fadeenko et al., 2005).

Таблиця 2

Активність ферментів у сироватці крові коней за астматичного синдрому

Показники	Клінічно здорові коні	Хворі коні
АсАТ, од/л	270,1 ± 17,04	256,8 ± 17,62
АлАТ, од/л	6,1 ± 0,88	7,9 ± 0,63
ЛФ, од/л	121,5 ± 14,97	190,4 ± 17,42*
ГГТП, од/л	12,1 ± 0,60	21,5 ± 3,97*

Примітка: вірогідність різниць порівняно з показниками клінічно здорових коней (* – $P < 0,05$)

Численні дані указують на те, що ХОЗЛ пилової етіології спостерігаються як метаболічні, так і імунологічні порушення (Feshhenko et al., 2001; Feshhenko, 2002; Sokolova, 2011). У коней за рецидивуючої обструкції дихальних шляхів реєструється системний оксидативний стрес (Niedzwiedz and Jaworski, 2014). У попередніх роботах показано, що ХОЗЛ пилової етіології можуть відігравати важливу роль у патогенезі захворювань печінки в людей (Sokolova, 2010).

При дослідженні обміну макроелементів за астматичного синдрому коней в сироватці крові встановлено вірогідно вищий вміст загального кальцію ($P < 0,05$) порівняно з контрольною групою тварин, тоді як вміст магнію був нижчим ($P < 0,01$; табл. 3).

Таблиця 3

Макроелементний статус коней за астматичного синдрому

Показники	Клінічно здорові коні	Хворі коні
Са, ммоль/л	2,85±0,028	2,96±0,031*
Рп, ммоль/л	0,92±0,068	0,83±0,058
Мg, ммоль/л	0,79±0,013	0,71±0,016**
Na, ммоль/л	129,1±4,13	125,4±3,43
К, ммоль/л	3,7±0,13	3,5±0,16
Ферум, мкмоль/л	30,7±1,26	27,2±1,90

Примітка: вірогідність різниць порівняно з показниками клінічно здорових коней (* – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$)

За астматичного синдрому в коней вміст неорганічного фосфору, натрію та калію в сироватці крові мали тенденцію до зниження (табл. 3). Подібний результат отримано при дослідженні феруму концентрація якого була на 11,4% нижчою порівняно з клінічно здоровими тваринами (табл. 3).

Визначення показників газів і кислотно-основного балансу крові дозволяє прогнозувати перебіг захворювань нижніх дихальних шляхів, проводити терапію та запобігати розвитку більш тяжких ускладнень (Ishchuk, 2013).

Одним із основних ускладнень ХОЗЛ в людей є легенева недостатність, за якої легені нездатні забезпечити нормальний газовий склад артеріальної крові в стані спокою або при помірному фізичному навантаженні. Основними механізмами патогенезу при цьому є обструкція дихальних шляхів, рестрикція альвеол, дифузійні розлади, порушення легеневого кровотоку, скорочення функціонуючої легеневої тканини. Золотим стандартом оцінки газообміну є визначення газового складу й кислотно-основного стану артеріальної крові (Gavrisjuk, 2011).

Результати досліджень (Stopyra, 2002) показали, що параметри киснево-основного балансу є більш надійним показником метаболічних змін у коней, які піддаються фізичному навантаженню, а парціальний тиск кисню в артеріальній крові свідчить про ефективність альвеолярного газообміну (Piccione et al., 2004).

При дослідженні водневого показника (pH) за астматичного синдрому в коней нами не встановлено вірогідної різниці між хворими ($7,47 \pm 0,006$) та клінічно здоровими тваринами ($7,46 \pm 0,004$; рис. 1).

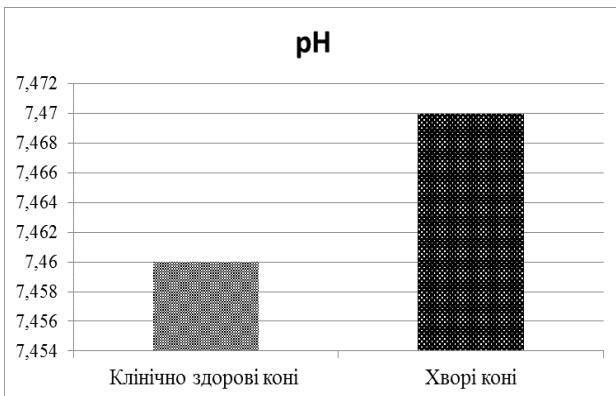


Рис. 1. Водневий показник (pH) в коней за астматичного синдрому

Однак, дослідження КОБ крові показали тенденцію до зниження парціального тиску вуглекислого газу (pCO_2) в хворих коней ($43,7 \pm 1,86$) порівняно з клінічно здоровими тваринами ($45,3 \pm 0,53$) і парціального тиску кисню (pO_2) – $95,0 \pm 3,04$ і $99,3 \pm 3,51$, відповідно (рис. 2, 3).

Парціальний тиск вуглекислого газу (pCO_2) артеріальної крові залежить від частоти і глибини дихання. Дихальна недостатність за астматичного синдрому в коней спричиняла гіпервентиляцію легень та, як наслідок, зниження pCO_2 крові. Окрім того, обструкція дихальних шляхів у коней призводила до зниження парціального тиску кисню (pO_2) артеріальної крові

(гіпоксемія), що в свою чергу також спричиняло гіпервентиляцію легень та розвиток дихального алкалозу (Smiian and Ponomarenko, 2010). На нашу думку, у хворих коней за астматичного синдрому розвивається субкомпенсований дихальний алкалоз.

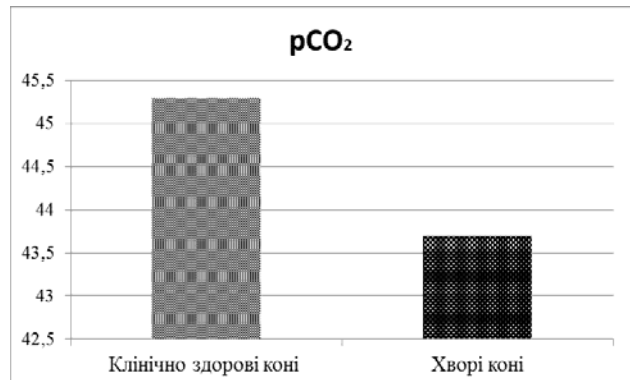


Рис. 2. Парціальний тиск вуглекислого газу (pCO_2) в коней за астматичного синдрому

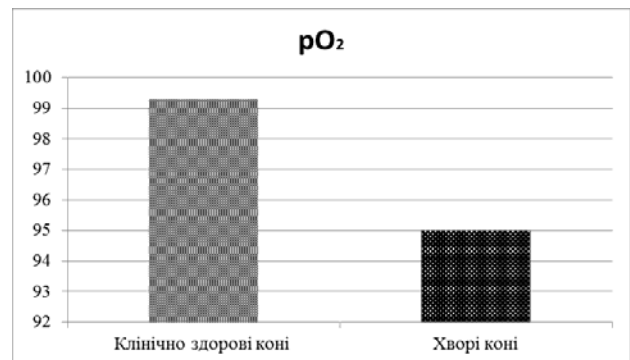


Рис. 3. Парціальний тиск кисню (pO_2) в коней за астматичного синдрому

Дихальний алкалоз, зазвичай, являє собою компенсаторну реакцію, обумовлену метаболічним ацидозом або причинами, за яких розвивається гіпоксемія, причиною котрої є зменшення газообміну при обструктивних захворюваннях легень (Johnson, 1995; Aguilera-Tejero et al., 2000).

Висновки

1 У хворих на астму коней в сироватці крові реєстрували збільшення вмісту загального білка та зниження концентрації глюкози. Підвищення активності лужної фосфатази та гамма-глутамілтранспептидази може бути результатом розвитку поєднаної (коморбідної) патології у хворих коней. В коней за астматичного синдрому встановлено підвищений вміст загального кальцію та знижений магнію.

2. За астматичного синдрому в коней встановлена тенденція до зниження парціального тиску вуглекислого газу (pCO_2) і парціального тиску кисню (pO_2) у крові, що очевидно є результатом розвитку в хворих тварин субкомпенсованого дихального алкалозу.

Перспективи подальших досліджень. Розробити та апробувати ефективну схему лікування астми в коней.

Бібліографічні посилання

- Buchek, K., Maksymovych, I., Staniets, M., Milchak, A. (2017). Endoskopichna diahnozyka retsydyvuiuchoi obstruktsii dykhalnykh shliakhiv u konei. Naukovotekhnichniyi biuleten DNDKI vetpreparativ ta kormovykh dobavok i Instytutu biolohii tvaryn. 18(1), 125–130 (in Ukrainian).
- Niedzwiedz, A., Borovich, H., Maksymovych, I., Slivinska, L., Kubiak, K. (2017). Zastosuvannia bronkhoalveoliarnoho lavazhu dlia diahnozyky khvorob nyzhnykh dykhalnykh shliakhiv u konei. Biolohiia tvaryn, 19(1), 73–82 (in Ukrainian).
- Ferro, E., Ferrucci, F., Zucca, E., Di Fabio, V., Castoldi, S. (2002). Arterial blood gas analysis in 53 racehorses with a diagnosis of small airway inflammatory disease (SAID). *J. Eq. Vet. Sci.* 22, 165–168.
- Maksymovych, I., Siwińska N., Słowikowska, M., Żak, A., Niedzwiedz, A. (2016). Postać ciężka astmy koni – nowa nazwa znanej choroby. *Weterynaria w terenie.* 3, 74–79.
- Léguillette, R. (2003). Recurrent airway obstruction – heaves. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 19, 63–86.
- Davis, E., Rush, B.R. (2002). Equine recurrent airway obstruction: Pathogenesis, diagnosis, and patient management. *Vet. Clin. North. Am. Equine Pract.* 18, 453–467.
- Williamson, K.K., Davis, M.S. (2007). Evidence-based respiratory medicine in horses. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 23, 215–227.
- Niedzwiedz, A., Nicpoń, J., Różycki, P. (2006). Pathogenesis, diagnosis and treatment of Recurrent Equine Airway Obstruction. *Med. Weter.* 62, 512–515.
- Stopyra, A., Sobiech, P., Waclawska-Matyjasik A. (2012). Acid-base indicators in the venous and arterial blood of horses affected by recurrent airway obstruction (RAO). *Polish Journal of Veterinary Sciences.* 15(3), 463–467.
- Ferro, E., Ferrucci, F., Zucca, E., Di Fabio, V., Castoldi, S. (2002). Arterial blood gas analysis in 53 racehorses with a diagnosis of small airway inflammatory disease (SAID). *J. Eq. Vet. Sci.* 22, 165–168.
- Niedzwiedz, A., Nicpoń, J., Różycki, P. (2006). Pathogenesis, diagnosis and treatment of recurrent equine airway obstruction. *Med. Weter.* 62, 512–515.
- Chevalier, H., Divers, T.J. (2003). Pulmonary dysfunction in adult horses in the intensive care unit. *Clin. Tech. Equine Pract.* 2(2), 165–177.
- Kupczyński, R., Śpitalniak, K. (2015). Analysis of acid-base balance as well as hematological and biochemical parameters in horses of combined driving discipline. *Arch. Anim. Breed.* 58, 221–228.
- Moran, G., Buechner-Maxwell, V.A., Folch, H., Henriquez, C., Galecio, J.S., Perez, B., Carrasco, C., Barria, M. (2011). Increased apoptosis of CD4 and CD8 T lymphocytes in the airways of horses with recurrent airway obstruction. *Vet. Res. Commun.* 35, 447–456.
- Tilley, P., Sales Luis, J.P., Branco Ferreira, M. (2012). Correlation and discriminant analysis between clinical, endoscopic, thoracic X-ray and bronchoalveolar lavage fluid cytology scores, for staging horses with recurrent airway obstruction (RAO). *Res. Vet. Sci.* 92, 1006–1014.
- Maksymovych, I.A. (2015). Retsydyvuiucha obstruktsiia dykhalnykh shliakhiv u konei: poshyrennia, etiologiia ta patohenez. *Naukovyi visnyk Lvivskoho nats. universytetu vet. medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Gzhytskoho.* 17, 2(62), 137–142 (in Ukrainian).
- Dovgij, P.G., Zabinjakov, N.A. (2013). Izmeneniia jeritrocytov u bol'nykh hronicheskoy obstruktyvnoy bolezni legkikh pozhilogo i starcheskogo vozrasta. *Gerontologija* 1(3), 242–250 (in Russian).
- Maksymovych, I.A., Slivinska, L.H. (2017). Hematolohichniyi status konei za astmatychnoho syndromu. *Nauk. visnyk vet. medytsyny: zb. nauk. prats. Bila Tserkva.* 2, 58–64 (in Ukrainian).
- Singh, T.P., Nigam, A.K., Gupta, A.K., Singh, B. (2011). Cardiac Biomarkers: When to Test? *Physician Perspective. JIACM.* 12(2), 117–121.
- Levchenko, V.I., Vlizlo, V.V., Kondrakhin, I.P. (2002). *Veterynarna klinichna biokhimiia. Bila Tserkva* (in Ukrainian).
- Chuchalin, A.G., Ovcharenko, S.I. (2006). Sovremennyi vzgljad na hronicheskie obstruktyvnye bolezni legkikh. *Vrachebnoe delo.* 5, 4–10 (in Russian).
- Sokolova, N.A. (2011). Pokaznyky systemy fahotsytiuchykh makrofahiv u khvorykh na steatohepatyt na tli khronichnoho obstruktyvnoho zakhvoriuvannia lehen pylovoi etiolohii. *Ukrainskyi medychnyi almanakh.* 14(2), 177–181 (in Ukrainian).
- Fadeenko, G.D., Kravchenko, N.A., Vinogradova, S.V. (2005). Patofiziologicheskoe i molekularnyye mehanizmy razvitija steatoza i steatogepatita. *Suchasna gastroenterologija.* 3(23), 88–95 (in Russian).
- Feshhenko, Ju.I. (2002). Farmakoterapiia hronicheskikh obstruktyvnykh zabozevanij legkikh. *Ukrains'kij pul'monologichnyj zhurnal.* 2, 5–9 (in Russian).
- Sokolova, N.A. (2011). Pokaznyky systemy fahotsytiuchykh makrofahiv u khvorykh na steatohepatyt na tli khronichnoho obstruktyvnoho zakhvoriuvannia lehen pylovoi etiolohii. *Ukrainskyi medychnyi almanakh.* 14(2), 177–181 (in Ukrainian).
- Feshhenko, Ju.I., Jashina, L.A., Gorovenko, N.G. (2001). Hronicheskie obstruktyvnye zabozevanija legkikh. *Kiev: Morion* (in Russian).
- Niedzwiedz, A., Jaworski, Z. (2014). Oxidant-Antioxidant Status in the Blood of Horses with Symptomatic Recurrent Airway Obstruction (RAO). *J. Vet. Intern. Med.* 28, 1845–1852.
- Sokolova, N.A. (2010). Patohenetychne znachennia syndromu metabolichnoi intoksykatsii u khvorykh na steatohepatyt na tli khronichnoho obstruktyvnoho zakhvoriuvannialehen pylovoi etiolohii. *Problemy ekolohich. ta medych. henetyky i klinich. imunolohii: zb. nauk. prats. Kyiv; Luhansk.* 4(100), 220–228 (in Ukrainian).
- Ishchuk, S.H. (2013). Pokaznyky hazovoho skladu y kyslotno-osnovnoho stanu kapiliarnoi krovi ta yikh vzaiemozviazok z rezultatamy kapnometrii u khvorykh na KhOZL. *Ukr. pulmonol. zhurnal.* 1, 38–42 (in Ukrainian).

- Gavrisjuk, V.K. (2011). Principy terapii bol'nyh s oslozhnenijami HOZL [Tekst]. Ukr. pul'monol. zhurn. 2, 10–12 (in Russian).
- Stopyra, A. (2002). Gasometry indices and the activity of selected enzymes in horse serum during extreme exertion. *Med. Weter.* 58, 543–548.
- Piccione, G., Ferrantelli, V., Fazio, F., Percipalle, M., Caola, G. (2004). Blood-gas profile in the show jumper undergoing increasing workloads during a 2-day event. *Comp. Clin. Pathol.* 13, 43–50.
- Smiian, O.I., Ponomarenko, O.M. (2010). Znachennia vyznachennia zmin haziv krovi ta kyslotno-luzhnoho stanu krovi pry zakhvoriuvanniakh nyzhnikh dykhalnykh shliakhiv u ditei. *Khimio- ta imunoterapiia infektsiinykh khvorob* : Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii, m. Sumy, 18–19 travnia 2010 r. Sumy: SumDU, 92–93 (in Ukrainian).
- Johnson, P.J. (1995). Electrolyte and acid-base disturbances in the horse. *Vet. Clin. North. Am. Equine Pract.* 11, 491–514.
- Aguilera-Tejero, E., Estepa, J.C., Lopez, I., Bas, S., Mayer-Valor, R., Rodriguez, M. (2000). Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. *Res. Vet. Sci.*, 2000. 68, 103–108.

Received 3.10.2017

Received in revised form 6.11.2017

Accepted 10.11.2017