

КОРЕКЦІЯ ЕЛЕКТРОЛІТНОГО ДИСБАЛАНСУ В СПОРТИВНИХ КОНЕЙ

Л. Г. Слівінська, І. А. Максимович
maksymovych@lvet.edu.ua

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

У статті подані результати досліджень корекції електролітного балансу у спортивних коней за фізичного навантаження середньої інтенсивності та показано позитивний вплив застосування мінералів на регідратацію.

Після фізичного навантаження середньої інтенсивності у спортивних коней розвивається дисбаланс електролітів, оскільки в сироватці крові знижується вміст натрію та калію, спостерігається тенденція до зниження вмісту загального кальцію та неорганічного фосфору. Однак фізичне навантаження у спортивних коней не впливало на обмін магнію в крові.

У коней електроліти відіграють важливу роль у регулюванні та балансі рідини, кислотно-основного стану, підтримці осмотичного тиску і нервово-м'язової активності. Низка факторів впливає на обмін електролітів у коней — зокрема тривалість та інтенсивність навантаження, умови навколишнього середовища (температура, вологість повітря), годівля, а в робочих тварин дефіцит іонів виникає внаслідок їх втрати з потом. За фізичного навантаження потовиділення в коней супроводжується дегідратацією і втратою п'яти основних елементів — натрію, хлориду, калію, магнію та кальцію. Зневоднення організму супроводжується зниженням ефективного об'єму циркулюючої крові та перфузії через внутрішні органи, тому споживання необхідної кількості води є важливим для працездатності і витривалості коней.

Встановлено, що у коней дослідної групи після лікування відновлювалися час наповнення капілярів та еластичність шкіри, колір слизових оболонок, збільшувалася толерантність до фізичних навантажень, нормалізувалася частота пульсу, зменшувалася частота виникнення аритмій. Водночас у коней контрольної групи розвивалися симптоми дегідратації: збільшувався час наповнення капілярів, діагностувалися сухість шкіри, почервоніння та ціаноз слизових оболонок, тахікардія, втомлюваність, збільшувався час відновлення після навантаження; зростала частота виникнення аритмій.

Застосування спортивним коням електролітів сприяло збільшенню споживання рідини та регідратації (зниження вмісту загального протеїну та величини гематокриту в крові). У коней контрольної групи показники, які характеризують рівень зневоднення, мали тенденцію до зростання.

У коней дослідної групи після проведеного лікування у сироватці крові зростав вміст натрію та калію, мав тенденцію до підвищення вміст кальцію, тоді як у контрольній поглиблювався електролітний дисбаланс (зниження вмісту натрію та калію в крові).

Ключові слова: СПОРТИВНІ КОНІ, ФІЗИЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ДЕГІДРАТАЦІЯ, ЗАГАЛЬНИЙ ПРОТЕЇН, ГЕМАТОКРИТ, ДИСБАЛАНС ЕЛЕКТРОЛІТІВ, НАТРІЙ, КАЛІЙ

CORRECTION OF ELECTROLYTE IMBALANCE IN SPORT HORSES

L. G. Slivinska, I. A. Maksymovych
maksymovych@lvet.edu.ua

Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after Stepan Gzhytsky, 50 Pekarska str., Lviv 79010, Ukraine

The article presents the results of studies on the correction of electrolyte balance in sports horses during physical activity of medium intensity and shows the positive effect of the use of minerals on rehydration.

After exercise the disbalance of electrolytes develops for sport horse, as content of natrium and potassium goes down in the serum of blood, a tendency is marked to the decline of content of general calcium and inorganic phosphorus. However, physical activity for sport horse did not influence on the exchange of magnesium in blood.

In horses electrolytes play an important role adjusting and balance of liquid, acid-base balance, support of osmolality and muscular activity. The row of factors influences on the exchange of electrolytes for horse, in particular duration and intensity of loading, condition of environment (temperature, humidity of air), feeding, and for working

animals, the deficit of ions arises up as a result of their loss with sweat. At exercise sweating for horse is accompanied by dehydration and loss of five basic elements, in particular to the natrium, chloride, potassium, magnesium and calcium. Dehydration is accompanied by the decline of effective volume of circulatory blood and perfusion through internal organs, that is why a consumption of necessary amount of water is important for a capacity and endurance of horse.

It has been found that the horses of the experimental group recovered after treatment capillary refill time and skin turgor test, the color of mucous membranes, increased exercise tolerance, heart rate normalized, and the frequency of arrhythmias decreased. At the same time, in the control group of horses, symptoms of dehydration developed (increased capillary refill time, skin turgor test, redness and cyanosis of mucous membranes, tachycardia, fatigue, increased recovery time after exercise), incidence of arrhythmias increased.

The use of electrolytes to sports horses contributed to an increase in fluid intake and rehydration (a decrease in total protein and hematocrit in the blood). In the horses of the control group, indicators characterizing the degree of dehydration tended to increase.

In the horses of the experimental group, after the treatment, the serum sodium and potassium levels increased, a tendency to an increase in the calcium content was established, while in the control electrolyte imbalance (decrease in the sodium and potassium content in the blood) was aggravated.

Keywords: SPORT HORSES, EXERCISE, DEHYDRATION, TOTAL PROTEIN, HEMATOCRIT, ELECTROLYTE IMBALANCE, SODIUM, POTASSIUM

КОРРЕКЦИЯ ДИСБАЛАНСА ЭЛЕКТРОЛИТОВ В СПОРТИВНЫХ ЛОШАДЕЙ

Л. Г. Сливинская, И. А. Максимович
maksymovych@lvet.edu.ua

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

В статье представлены результаты исследований по коррекции электролитного баланса в спортивных лошадей при физической нагрузке средней интенсивности и показано положительное влияние применения минералов на регидратацию.

После физической нагрузки средней интенсивности в спортивных лошадей развивается дисбаланс электролитов, поскольку в сыворотке крови снижается содержание натрия и калия, отмечается тенденция к снижению содержания общего кальция и неорганического фосфора. Однако физическая нагрузка в спортивных лошадей не влияет на обмен магния в крови.

У лошадей электролиты играют важную роль в регулировании и балансе жидкости, кислотно-основного состояния, поддержке осмотического давления и нервно-мышечной активности. Ряд факторов влияет на обмен электролитов у лошадей — в частности, длительность и интенсивность нагрузки, условия окружающей среды (температура, влажность воздуха), кормление, а у работающих животных, дефицит ионов возникает в результате их потери с потом. При физической нагрузке потовыделение у лошадей сопровождается дегидратацией и потерей пяти основных элементов — натрия, хлорида, калия, магния и кальция. Обезвоживание организма сопровождается снижением эффективного объема циркулирующей крови и перфузии через внутренние органы, потому потребление необходимого количества воды является важным для работоспособности и выносливости лошадей.

Установлено, что у лошадей опытной группы после лечения восстанавливались время наполнения капилляров и эластичность кожи, цвет слизистых оболочек, увеличивалась толерантность к физическим нагрузкам, нормализовалась частота пульса, уменьшалась частота возникновения аритмий. В то же время в контрольной группе лошадей развивались симптомы дегидратации: увеличивалось время наполнения капилляров, диагностировались сухость кожи, покраснение и цианоз слизистых оболочек, тахикардия, повышенная утомляемость, увеличивалось время восстановления после нагрузки; возрастала частота возникновения аритмий.

Применение спортивным лошадям электролитов способствовало увеличению потребления жидкости и регидратации (снижение содержания общего белка и величины гематокрита в крови). У лошадей контрольной группы показатели, характеризующие степень обезвоживания, имели тенденцию к росту.

У лошадей опытной группы после проведенного лечения в сыворотке крови возрастало содержание натрия и калия, установлена тенденция к повышению содержания кальция, тогда как в контрольной усугублялся электролитный дисбаланс (снижение содержания натрия и калия в крови).

Ключевые слова: СПОРТИВНЫЕ ЛОШАДИ, ФИЗИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА, ДЕГИДРАТАЦИЯ, ОБЩИЙ ПРОТЕИН, ГЕМАТОКРИТ, ДИСБАЛАНС ЭЛЕКТРОЛИТОВ, НАТРИЙ, КАЛИЙ

Ключову роль в розвитку метаболічних розладів у коней відіграє виснажливе фізичне навантаження, що реєструється під час довготривалих змагань, зокрема при перегонах на великі дистанції (дистанційні кінні пробіги), триденних перегонах тощо [3]. Механізми, які сприяють фізичному виснаженню, охоплюють втрату рідини та електролітів, порушення кислотно-основного балансу, витрати запасів глікогену в м'язовій тканині, що супроводжується гіпертермією, збільшенням частоти пульсу та дихання, зменшенням апетиту і спраги, зниженням працездатності, зневодненням, аритміями, коліками, ламінітом [12, 22].

У коней електроліти відіграють важливу роль у регулюванні та балансі рідини, кислотно-основного стану, підтримці осмотичного тиску і нервово-м'язової активності [15].

Низка факторів впливає на обмін електролітів у коней. Зокрема обмеження доступу до зеленого корму або сіна спричиняє дисбаланс натрію та калію, а в робочих коней дефіцит іонів виникає внаслідок їх втрати з потом [29]. За фізичного навантаження потовиділення в коней є основним шляхом виділення рідини та сприяє охолодженню [5], водночас супроводжується дегідратацією і втрачає у різній кількості п'яти основних елементів, зокрема натрію, хлориду, калію, магнію та кальцію [14].

Зневоднення організму супроводжується зниженням ефективного об'єму циркулюючої крові та перфузії через внутрішні органи, тому споживання необхідної кількості води є важливим для працездатності і витривалості коней [2, 38]. Втрата рідини з потом може коливатися від 5–7 л на годину при легкій роботі до 10–12 л, інколи до 15 л на годину — при важкій [25]. Кількість і тип електролітів, які втрачаються з потом, залежить від тривалості та інтенсивності навантаження, умов навколишнього середовища (температура, вологість повітря) та годівлі коней [10]. В найбільшій кількості втрачаються хлорид і натрій, в меншій — калій, а в найменших — кальцій і магній. Щоденна підгодівля мінералами замінює втрату електролітів та заохочує тварину до

пиття, що забезпечує відновлення та гідратацію організму [7, 23].

Для рекреаційної або легкої роботи коням достатньо з раціоном отримувати 10–12 г/100 кг маси тіла солі (NaCl) на добу для забезпечення добової потреби в Na та Cl. Брикетована кормова сіль-лизунець може забезпечити організм коней NaCl за умови, що тварина споживає її постійно. Однак дослідженнями показано, що коні не регулюють споживання солі [19], а отже, застосування NaCl може не забезпечувати їх потребу [20].

Електроліти змішують з кормом, застосовують у формі ізотонічних розчинів або пасти і, залежно від характеру роботи, згодують до, під час або після навантаження. Застосування електролітів у формі кухонної солі під час тренувань, довготривалих і виснажливих навантажень викликає у коней спрагу, збільшення споживання води та гідратацію організму [18].

У літературних джерелах немає переконливих рекомендацій щодо додаткового включення калію, кальцію або магнію в раціон коням, оскільки відповідні кількості цих мінералів є доступними в кормах [7]. Дослідження показали, що коням перед важкою роботою не рекомендується додавати калій, оскільки це може негативно впливати на роботу серця та викликати аритмії [6]. Водночас є повідомлення, що додавання елемента в невеликих кількостях разом з іншими електролітами перед змаганнями є доцільним [16].

Більшість комерційних кормів не забезпечують необхідної кількості Na і Cl для робочих коней, тому рекомендується застосовувати сіль з кормами або випоювати [17]. Залишається невивченим, чи можуть добавки електролітів підвищувати ефективність використання коней, їх працездатність та витривалість [11].

Необхідно зазначити, що під час навантаження потрібно замінити лише близько 30–40 % втрачених електролітів, оскільки коні можуть мобілізувати їх запаси з кишечника [34, 37].

Втрата рідини з потом під час навантажень призведе до значного дефіциту іонів, зокрема в скелетних м'язах та до м'язової дис-

функції. Однак більш важливим наслідком дегідратації є порушення терморегуляції. Незважаючи на те, що доцільно відновити частку лише втрачених рідини та іонів з потом, щоденне додавання мінералів з повноцінною дієтою є ефективним способом відновлення їх втрат [24].

За дисбалансу електролітів порушуються процеси клітинного дихання, окисного фосфорилування і трансмембранного обміну катіонів, у зв'язку з чим знижується утворення енергії в міокарді і ефективність її використання функціонуючими структурами серцевого м'яза [35].

Протягом останніх двох десятиліть різноманітність наявних на ринку розчинів та електролітних добавок для підтримки гідратації у коней збільшилася [36]. Додавання електролітів коням підвищує спрагу та метаболізм іонів за умови вільного доступу до води перед змаганнями. Незважаючи на те, що електроліти часто застосовують в індустрії кінного спорту, інформація про їх ефективність обмежена і часто суперечлива. [8]. Також недостатньо досліджені особливості застосування електролітів коням за фізичного навантаження середньої інтенсивності.

Метою роботи було провести корекцію електролітного балансу та встановити терапевтичну ефективність застосування мінералів, показати їх позитивний вплив на регідратацію в спортивних коней за фізичного навантаження середньої інтенсивності.

Матеріали і методи

Об'єктом для досліджень були спортивні коні, які використовуються в класичних видах кінного спорту. За результатами клінічних досліджень та аналізу показників крові у коней встановлено електролітний дисбаланс. Хворих коней було поділено на дві групи: перша (дослідна) охоплювала тварин, яким згодовували електроліти: українська верхова (n=20), ганноверська (n=15) та вестфальська породи (n=15); друга (контрольна) — не отримували мінеральної підгодівлі: українська верхова (n=16), ганноверська (n=12) та вестфальська (n=12). З контрольної групи коней було виключено одну тварину української

верхової та одну вестфальської порід у зв'язку з виникненням аритмій, які загрожували їх життю (атріовентрикулярна блокада III ступеня та шлуночкова тахікардія). Вік коней в середньому становив $8,4 \pm 0,71$ р. (3,5–16,0 р.), контрольної — 20 кобил, 6 жеребців і 14 меринів віком від 4,0 до 17,0 р. ($8,7 \pm 0,83$ р.).

До лікування і після його завершення (10 доба від початку лікування) в коней за дисбалансу електролітів проводили комплекс клінічних (внутрішня температура тіла, частота пульсу та дихання, колір слизових оболонок, час наповнення капілярів, еластичність або тургор шкіри, якість артеріального пульсу, аускультация серця, венозний пульс) та додаткових досліджень (біохімічні дослідження крові, електрокардіографія). Враховувалися особливості перебігу захворювання, зокрема оцінка фізичної активності і частота виникнення порушень серцевого ритму.

Гідратацію коней оцінювали, підраховуючи частоту серцевих скорочень, а також оцінюючи низку суб'єктивних показників — зокрема колір слизових оболонок, час наповнення капілярів, еластичність шкіри та аускультация моторики кишечника.

Електрокардіографію у коней проводили за допомогою 3-канального електрокардіографа «Кардіостиль ветеринарний» впродовж 5 хв. при швидкості 50 мм/с, чутливості апарату 1 мВ (10 мм). Електрокардіограму (ЕКГ) реєстрували в стандартних (I, II, III) і посиленних (aVR, aVL, aVF) відведеннях. Інтерпретацію ЕКГ проводили в II відведенні за шириною зубців і шлуночкового комплексу (QRS), часом інтервалів і сегментів, на основі чого діагностували аритмії.

Кров у коней брали з яремної вени двічі через 30 хв. після навантаження середньої інтенсивності: перший раз на початку досліду та другий — після його завершення (10 доба). Баланс електролітів у коней досліджували, визначаючи в сироватці крові вміст загального кальцію, неорганічного фосфору, магнію 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).

Зневоднення коней діагностували за величиною гематокриту мікроцентрифугуванням за Шклярмом та вмістом загального протеїну в сироватці крові за допомогою автоматичного біохімічного аналізатора *Mindray BS-120* (Китай), використовуючи реagentи *PZ Cormay S.A.* (Польща).

Коням згодовували суміш електролітів по 25 г 2 рази/добу впродовж 10 днів. Протягом періоду лікування коні дослідної та контрольної груп мали вільний доступ до води та підлягали повсякденному фізичному навантаженню середньої інтенсивності тривалістю 1 год.: крок 5 хв.; стройова рись 10 хв.; крок 5 хв.; навчальна рись 10 хв.; крок 10 хв.; галоп з переходом в крок 10 хв.; крок 10 хв.

Показники, за якими оцінювали ефективність лікування хворих коней, охоплювали: частоту серцевих скорочень, колір слизових оболонок, час наповнення капілярів, еластичність шкіри, толерантність до фізичних навантажень, частоту виникнення аритмій, біохімічні дослідження крові.

Критеріями ефективності лікування хворих коней за дисбалансу електролітів були: зменшення частоти серцевих скорочень, зменшення частоти виникнення аритмій (за даними моніторингування ЕКГ), збільшення толерантності до фізичного навантаження, нормалізація біохімічних показників крові (обмін електролітів), відновлення гідратації (колір слизових оболонок, час наповнення капілярів, еластичність шкіри, величина гематокриту, вміст загального протеїну).

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 й обговорення

Попередніми дослідженнями встановлено, що у спортивних коней після фізичного

навантаження середньої інтенсивності розвивається дисбаланс електролітів, оскільки в сироватці крові знижується вміст натрію та калію, відмічається тенденція до зниження вмісту загального кальцію та неорганічного фосфору. Однак фізичне навантаження у спортивних коней не впливало на обмін магнію в крові [21].

З метою оцінки ступеня дегідратації використовують визначення в крові вмісту загального протеїну та величини гематокриту [31], які за інтенсивного фізичного навантаження зростають [32]. У коней, які беруть участь у перегонах на великі дистанції, втрата рідини з потом може досягати 25 % [28]. Однак жоден з показників, який характеризує ступінь дегідратації, не прирівнюється з визначенням маси тіла [33]. Тим не менш, суб'єктивна оцінка гідратації залишається важливою і вважається корисною для практиків-фахівців в оцінці придатності коней для використання в змаганнях [30].

Проведені дослідження коней дослідної і контрольної груп показали, що у тварин після навантаження в крові вірогідно збільшувався вміст загального протеїну: відповідно, української верхової ($P<0,01-0,01$), ганноверської ($P<0,001-0,01$), вестфальської ($P<0,01-0,01$) та величина гематокриту: української верхової ($P<0,001-0,001$), ганноверської ($P<0,01-0,01$) та вестфальської порід ($P<0,001-0,001$) (рис. 1, 2).

Відзначали позитивний вплив мінеральної підгодівлі за дисбалансу електролітів, що розвивався у коней дослідної групи за фізичного навантаження середньої інтенсивності. Зокрема, відновлювалися час наповнення капілярів ($1,45\pm 0,087$ проти $2,10\pm 0,098$ с у хворих; $P<0,001$), еластичність шкіри ($1,58\pm 0,091$ проти $2,70\pm 0,131$ с; $P<0,001$), слизові оболонки ставали блідо-рожевими, збільшувалася толерантність до фізичних навантажень, втомлюваність реєструвалася тільки у 8 % тварин, нормалізувалася частота пульсу (з $48,2\pm 1,39$; $38-70$ уд/хв до $33,8\pm 1,15$; $24-50$ уд/хв; $P<0,001$) і тільки у 4 коней (8 %) діагностували тахікардію.

Водночас у коней контрольної групи на 10 добу досліду до 3 і більше секунд збільшувалися час наповнення капілярів у 25 % тварин ($2,18\pm 0,109$ проти $2,05\pm 0,113$ с; $1,32\pm 0,075$ с у клінічно здорових коней; $P<0,001$), еластичність шкіри у 50 % ($2,83\pm 0,128$ проти

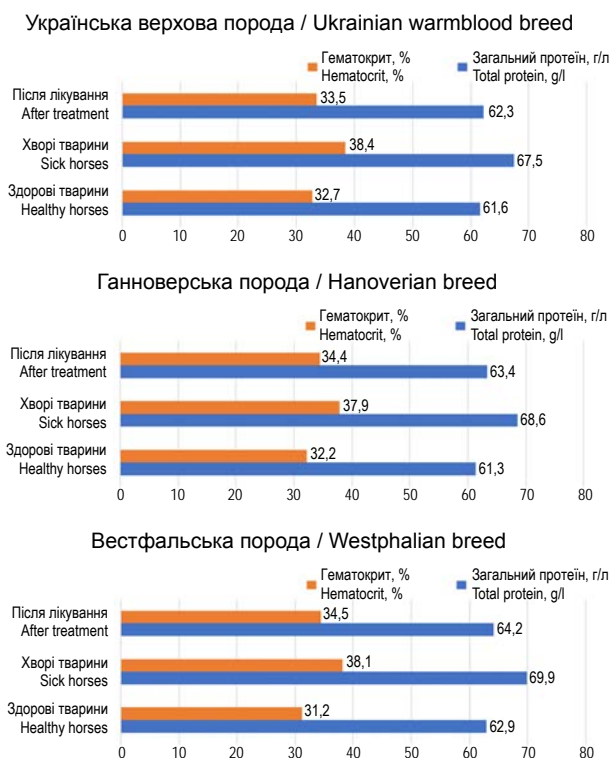


Рис. 1. Вміст загального протеїну та величина гематокриту в крові спортивних коней дослідної групи

Fig. 1. Total protein and hematocrit in the blood of the sports horses of the experimental group

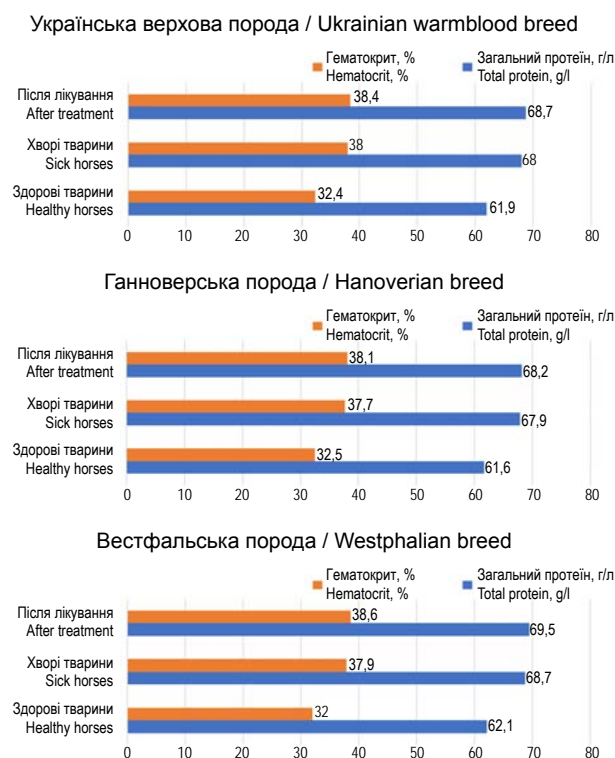


Рис. 2. Вміст загального протеїну та величина гематокриту в крові спортивних коней контрольної групи

Fig. 2. Total protein and hematocrit in the blood of the sports horses of the control group

2,65±0,136 с; 1,44±0,079 с у клінічно здорових; P<0,001), у 30 % тварин слизові оболонки набували червоного кольору інколи з ціанотичним відтінком, тахікардію діагностували у 37,5 %, втомлюваність — у 32,5 % коней, збільшувався час відновлення після навантаження.

Збільшення частоти серцевих скорочень у коней може бути результатом високої температури і порушення механізмів терморегуляції, розвитку дегідратації та серцевої дисфункції [27]. Гідратацію можна оцінити за окремими показниками, зокрема частотою серцевих скорочень, часом наповнення капілярів, тургором шкіри, кольором слизових оболонок [4, 9].

У коней дослідної групи після лікування зменшувалася частота виникнення аритмій з 39 (78 %) до 29 тварин (58 %): синусової аритмії — з 9/18 до 7/14 %, атріовентрикулярної блокади II ступеня — з 11/22 до 9/18 %, суправентрикулярної екстрасистолії — з 14/28 до 10/20 %, шлуночкової екстрасистолії — з 3/6 до 2/4 %, фібриляції передсердь — з 2/4 до 1/2 %. У тварин контрольної групи збільшувалася частота виникнення аритмій з 30 (75 %) до 35 тва-

рин (87,5 %): синусової аритмії — з 8 (20 %) до 9 (22,5 %), атріовентрикулярної блокади II ступеня — з 7 (17,5 %) до 8 (20 %) та появи в однієї тварини атріовентрикулярної блокади III ступеня (2,5 %), суправентрикулярної екстрасистолії — з 11 (27,5 %) до 12 (30 %). Шлуночкову екстрасистолію діагностували в однієї тварини (2,5 %) на початку дослідження та в 1 (2,5 %) через 10 діб, водночас в однієї тварини (2,5%) розвивалася шлуночкова тахікардія. Фібриляцію передсердь реєстрували у 3 (7,5 %) на початку та в 3 (7,5 %) тварин наприкінці дослідження.

Проведені дослідження сироватки крові на вміст загального протеїну після лікування показали, що у коней дослідної групи показник знижувався в тварин української верхової (P<0,05), ганноверської (P<0,05) та вестфальської порід (P<0,05) порівняно з долікувальним періодом, тоді як в контрольній він мав тенденцію до підвищення (рис. 1, 2).

У коней дослідної групи після лікування величина гематокриту знижувалася в усіх дослідних групах тварин — української верхової (P<0,01), ганноверської (P<0,05) та вестфаль-

ської порід ($P<0,05$) (рис. 1). Водночас у тварин контрольної групи посилювалися симптоми дегідратації, оскільки величина гематокриту мала тенденцію до підвищення (рис. 2).

Отже, зниження вмісту загального протеїну та величини гематокриту в коней дослідної групи, очевидно, є результатом регідратації та збільшення об'єму плазми, що відбувається внаслідок збільшення споживання рідини при застосуванні електролітів [13, 33].

Після лікування в крові коней дослідної групи вміст натрію та калію у сироватці крові вірогідно зростав у тварин української верхової ($P<0,05-0,01$) та вестфальської порід ($P<0,01-0,05$) відповідно. Водночас у тварин ганноверської породи вміст натрію збільшувався вірогідно ($P<0,05$), а калій зростав майже на 10 % порівняно з долікувальним періодом (табл.). У коней контрольної групи

вміст натрію знижувався в тварин української верхової ($P<0,05$), ганноверської — на 5,5 % та вестфальської порід — на 3,1 %. Також вміст калію в сироватці крові коней знижувався у тварин української верхової (8,5 %) та вестфальської порід (11,6 %), водночас у коней ганноверської породи зниження було вірогідним ($P<0,05$).

Проведені дослідження вмісту загального кальцію в сироватці крові коней після лікування показали, що у тварин української верхової породи показники не відрізнялися порівняно з долікувальним періодом. Водночас у коней ганноверської породи встановлено тенденцію до його збільшення (6 %), тоді як у вестфальської вміст загального кальцію був вірогідно вищим ($P<0,05$). У сироватці крові коней контрольної групи вміст кальцію не змінювався впродовж досліді.

Таблиця

Вміст макроелементів у крові спортивних коней за електролітного дисбалансу
Macroelements content in sports horses due to electrolyte imbalance

Породи коней Breeds of horses	Групи тварин Groups	n=	Na, mmol/L	K, mmol/L	Ca, mmol/L	P, mmol/L	Mg, mmol/L
<i>Дослідна група / Experimental group</i>							
Українська верхова Ukrainian warmblood	Хворі коні Sick horses	20	103,6–150,7 132,5±2,83	2,73–4,02 3,40±0,111	2,88–3,35 2,97±0,023	0,45–1,07 0,76±0,030	0,61–0,84 0,76±0,014
	Після лікування After treatment	20	125,1–155,3 139,4±1,74*	2,79–4,28 3,69±0,107**	2,71–3,30 2,96±0,031	0,48–1,15 0,78±0,037	0,57–0,89 0,74±0,024
Ганноверська Hanoverian	Хворі коні Sick horses	15	109,1–141,9 125,7±3,22	2,74–4,32 3,44±0,158	2,67–3,00 2,83±0,026	0,59–1,26 0,86±0,054	0,71–0,88 0,80±0,013
	Після лікування After treatment	15	124,8–154,6 135,8±2,97*	2,83–4,48 3,78±0,130	2,59–3,17 2,86±0,035	0,62–1,36 0,89±0,065	0,63–0,82 0,78±0,015
Вестфальська Westphalian	Хворі коні Sick horses	15	107,6–150,4 123,0±3,85	2,35–4,02 3,15±0,183	2,75–2,90 2,83±0,017	0,60–1,06 0,82±0,040	0,69–0,85 0,79±0,014
	Після лікування After treatment	15	127,4–149,4 139,8±3,01**	3,05–4,49 3,80±0,146*	2,62–3,46 3,00±0,070*	0,63–1,19 0,84±0,054	0,68–0,81 0,77±0,014
<i>Контрольна група / Control group</i>							
Українська верхова Ukrainian warmblood	Хворі коні Sick horses	16	110,0–149,8 134,9±3,15	2,78–4,21 3,41±0,118	2,84–3,06 2,95±0,016	0,52–1,11 0,78±0,046	0,62–0,85 0,75±0,017
	Через 10 діб 10 days later	15	103,0–147,5 125,2±3,23°	2,70–4,00 3,12±0,115	2,82–3,16 2,94±0,025	0,46–0,98 0,73±0,033	0,60–0,87 0,76±0,020
Ганноверська Hanoverian	Хворі коні Sick horses	12	114,6–142,4 126,4±2,74	2,69–4,28 3,47±0,124	2,34–3,20 2,84±0,058	0,51–1,34 0,89±0,072	0,61–0,90 0,78±0,024
	Через 10 діб 10 days later	12	105,5–139,4 119,5±2,81	2,70–4,24 3,05±0,147°	2,30–3,10 2,82±0,056	0,54–1,28 0,86±0,064	0,59–0,88 0,79±0,025
Вестфальська Westphalian	Хворі коні Sick horses	12	108,0–149,8 125,0±3,38	2,34–4,19 3,18±0,194	2,50–3,24 2,90±0,065	0,58–1,22 0,83±0,058	0,64–0,89 0,77±0,018
	Через 10 діб 10 days later	11	106,4–144,2 121,1±3,54	2,31–4,07 2,81±0,167	2,74–3,27 2,89±0,057	0,57–1,14 0,81±0,060	0,63–0,86 0,78±0,017

Примітка: * — $P<0,05$; ** — $P<0,01$ — дослідна група коней після лікування порівняно з хворими тваринами; ° — $P<0,05$ — контрольна група коней до та після досліді.
Note. * — $P<0,05$; ** — $P<0,01$ — experimental group of horses after treatment compared to sick animals; ° — $P<0,05$ — a control group of horses before and after an experiment.

Після фізичного навантаження відбувається інтенсифікація метаболічних процесів та посилення скорочення м'язів, що збільшує їх потребу в кальції. Низькі показники кальцію у крові під час навантаження можуть призвести до метаболічної дисфункції [1, 26].

Вміст неорганічного фосфору в сироватці крові спортивних коней після лікування мав тенденцію до збільшення в усіх дослідних групах тварин, тоді як у контрольній — навпаки, знижувався, проте різниця не була вірогідною. Нами не встановлено жодних відмінностей у вмісті магнію в сироватці крові коней обох груп (табл.). Очевидно, фізичне навантаження не впливає на гомеостаз цього макроелемента в організмі спортивних коней.

Отже, у коней контрольної групи впродовж дослідження посилювалися симптоми дегідратації, на що вказувала тенденція до подальшого підвищення вмісту загального протеїну та величини гематокриту в крові. Водночас зниження вмісту натрію та калію в сироватці крові коней вказувало на втрати електролітів з потом і подальшого розвитку дисбалансу електролітів за відсутності підгодівлі мінералами.

Висновки

1. У коней дослідної групи після лікування відновлювалися час наповнення капілярів ($P < 0,001$), еластичність шкіри ($P < 0,001$) та колір слизових оболонок, збільшувалася толерантність до фізичних навантажень, нормалізувалася частота пульсу ($P < 0,001$), зменшувалася частота виникнення аритмій (78–58 %). Водночас у коней контрольної групи розвивалися симптоми дегідратації — збільшувався час наповнення капілярів, діагностувалися сухість шкіри, почервоніння та ціаноз слизових оболонок, тахікардія, втомлюваність, збільшувався час відновлення після навантаження; зростала частота виникнення аритмій (75–87,5 %).

2. Застосування спортивним коням електролітів сприяло збільшенню споживання рідини та регідратації, що характеризувалося зниженням вмісту загального протеїну та величини гематокриту в крові. У коней контрольної групи показники, які характеризують ступінь зневоднення, мали тенденцію до зростання.

3. У коней дослідної групи після проведеного лікування у сироватці крові зростав вміст натрію та калію, мав тенденцію до підвищення вміст кальцію, тоді як у контрольній поглиблювався електролітний дисбаланс за зниження вмісту натрію і калію.

Перспективи подальших досліджень.

Дослідити ступінь дегідратації та втрати електролітів з потом у коней при перегонах на великі дистанції. Вивчити вплив електролітів на ефективність використання тварин, їх працездатність та витривалість. Встановити терапевтичну ефективність застосування електролітів на гідратацію в коней.

1. Al-Qudah K. M., Al-Majali A. M. Higher lipid peroxidation indices in horses eliminated from endurance race because of synchronous diaphragmatic flutter (Thumps). *Journal of Equine Veterinary Science*, 2008, vol. 28, issue 10, pp. 573–578. DOI: 10.1016/j.jevs.2008.08.007.

2. Assenza A., Congiu F., Giannetto C., Fazio F., Piccione G. Haematological Response Associated with Repeated Show Jumping Competition in Horse. *Acta Scientiae Veterinariae*, 2015, vol. 43, pp. 01–06. Available at: <http://www.ufvgs.br/actavet/43/PUB%201305.pdf>

3. Barnes A., Kingston J., Beetson S., Kuiper C. Endurance veterinarians detect physiologically compromised horses in a 160 km ride. *Equine Veterinary Journal*, 2010, vol. 42, issue S38, pp. 6–11. DOI: 10.1111/j.2042-3306.2010.00225.x.

4. Bergero D., Assenza A., Caola G. Contribution to our knowledge of the physiology and metabolism of endurance horses. *Livestock Production Science*, 2005, vol. 92, issue 2, pp. 167–176. DOI: 10.1016/j.livprodsci.2004.11.019.

5. Butudom P., Barnes D. J., Davis M. W., Nielsen B. D., Eberhart S. W., Schott H. C. 2nd. Rehydration fluid temperature affects voluntary drinking in horses dehydrated by furosemide administration and endurance exercise. *The Veterinary Journal*, 2004, vol. 167, issue 1, pp. 72–80. DOI: 10.1016/S1090-0233(03)00054-6.

6. Coenen M. Exercise and stress: impact on adaptive processes involving water and electrolytes. *Livestock Production Science*, 2005, vol. 92, issue 2, pp. 131–145. DOI: 10.1016/j.livprodsci.2004.11.018.

7. Coenen M. Macro and trace elements in equine nutrition. In: Geor R., Harris P., Coenen M., eds. *Equine Applied and Clinical Nutrition*. China, Saunders Elsevier, 2013, pp. 191–228. DOI: 10.1016/B978-0-7020-3422-0.00010-9.

8. Coenen M., Meyer H., Steinbrenner B. Effects of NaCl supplementation before exercise on metabolism of water and electrolytes. *Equine Veterinary Journal*, 1995, vol. 27, issue S18, pp. 270–273. DOI: 10.1111/j.2042-3306.1995.tb04935.x.

9. Dyson S. Lameness and poor performance in the sport horse: Dressage, show jumping and horse trials. *Journal of Equine Veterinary Science*, 2002, vol. 22, issue 4, pp. 145–150. DOI: 10.1016/S0737-0806(02)70139-1.
10. Fielding C. L., Magdesian K. G. *Equine Fluid Therapy*. Wiley Blackwell, 2015. DOI: 10.1002/9781118928189.
11. Fielding C. L., Magdesian K. G., Rhodes D. M., Meier C. A., Higgins J. C. Clinical and biochemical abnormalities in endurance horses eliminated from competition for medical complications and requiring emergency medical treatment: 30 cases (2005–2006). *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 2009, vol. 19, issue 5, pp. 473–478. DOI: 10.1111/j.1476-4431.2009.00441.x.
12. Foreman J. H. The exhausted horse syndrome. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 1998, vol. 14, issue 1, pp. 205–219. DOI: 10.1016/S0749-0739(17)30220-1.
13. Francesca S., Harold C. S., Kenneth W. H., Raymond J. G., Eduard J. C. Electrolyte supplementation for endurance horses: effects of fluid losses and performance. *AAEPProc*, 2007, vol. 42, pp. 82–85.
14. Frape D. Feeding for Performance and the Metabolism of Nutrients During Exercise. In: Frape D. *Equine Nutrition and Feeding*. Chichester, Wiley-Blackwell, 2010, pp. 222–264.
15. Frape D. Water requirements and fluid losses. In: *Equine Nutrition and Feeding*. Wiley Blackwell publications, 2010, pp. 37–45.
16. Harris P. A., Schott H. C. 2nd. *Nutritional management of elite endurance horses*. *Equine Applied and Clinical Nutrition*. China, Saunders Elsevier, 2013, pp. 272–288. DOI: 10.1016/B978-0-7020-3422-0.00014-6.
17. Holbrook T. C., Simmons R. D., Payton M. E., MacAllister C. G. Effect of repeated oral administration of hypertonic electrolyte solution on equine gastric mucosa. *Equine Veterinary Journal*, 2005, vol. 37, issue 6, pp. 501–504. DOI: 10.2746/042516405775314880.
18. Jansson A., Rytthammar Å., Lindberg J. E., Dahlborn K. Voluntary salt (NaCl) intake in Standardbred horses. *Pferdeheilkunde*, 1996, vol. 12, issue 4, pp. 443–445.
19. Jose-Cunilleras E. Abnormalities of body fluids and electrolytes in athletic horses. In: Hinchcliff K. W., Kaneps A. J., Geor R. J. (eds.). *Equine Sports Medicine and Surgery*. London, Elsevier, 2004, pp. 898–918. DOI: 10.1016/B978-0-7020-2671-3.50044-1.
20. Kennedy M. A. P., Entekin P., Harris P. A., Pagan J. D. Voluntary intake of loose versus block salt and its effect on water intake in mature idle thoroughbreds. In: Pagan J. D., Geor R. J. (eds.). 2001. *Advances in Equine Nutrition*. Vol. II. Nottingham, Nottingham University Press, 1998, pp.147–149.
21. Maksymovych I. A. Exchange of electrolytes in sports horse for exercise. *Scientific Messenger LNU-VMBT named after S.Z. Gzhytsky*, 2017, vol. 19, issue 77, pp. 100–104. (in Ukrainian)
22. Maksymovych I. A., Slivinska L. G. Metabolic responses in endurance horses at exhausted syndrome. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 2018, vol. 1, issue 1, pp. 17–22. DOI: 10.32718/ujvas1-1.03. (in Ukrainian)
23. McCutcheon L. J., Geor R. J. Sweat fluid and ion losses in horses during training and competition in cool vs. hot ambient conditions: implications for ions supplementation. *Equine Veterinary Journal*, 1996, vol. 28, issue S22, pp. 54–62. DOI: 10.1111/j.2042-3306.1996.tb05032.x.
24. McCutcheon L. J., Geor R. J. Sweating: fluid and ion losses and replacement. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 1998, vol. 14, issue 1, pp. 75–95. DOI: 10.1016/S0749-0739(17)30213-4.
25. McCutcheon L. J., Geor R. J., Hare M. J., Ecker G. L., Lindinger M. I. Sweating rate and sweat composition during exercise and recovery in ambient heat and humidity. *Equine Veterinary Journal*, 1995, vol. 27, issue S20, pp. 153–157. DOI: 10.1111/j.2042-3306.1995.tb05022.x.
26. McGowan C. Clinical pathology in the racing horse: the role of clinical pathology in assessing fitness and performance in the racehorse. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*, 2008, vol. 24, issue 2, pp. 405–421. DOI: 10.1016/j.cveq.2008.03.001.
27. McKeever K. H. Aging and how it affects the physiological response to exercise in the horse. *Clinical Techniques in Equine Practice*, 2003, vol. 2, issue 3, pp. 258–265. DOI: 10.1053/S1534-7516(03)00068-4.
28. Noleto P. G., Santos J. B. F., Rocha F. M., Fasano P. E., Guimarães E. C., Mundim A. V. Effect of a 130-km endurance ride on the serum biochemical profile of Mangalarga Marchador Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 2016, vol. 39, pp. 7–11. DOI: 10.1016/j.jevs.2015.08.010.
29. Piccione G., Giannetto C., Assenza A., Fazio F., Caola G. Serum electrolyte and protein modification during different workload in jumper horse. *Comparative Clinical Pathology*, 2007, vol. 16, issue 2, pp. 103–107. DOI: 10.1007/s00580-007-0667-1.
30. Pritchard J. C., Burn C. C., Barr A. R. S., Whay H. R. Validity of indicators of dehydration in working horses: a longitudinal study of changes in skin tent duration, mucous membrane dryness and drinking behavior. *Equine Veterinary Journal*, 2008, vol. 40, issue 6, pp. 558–564. DOI: 10.2746/042516408X297462.
31. Robert C., Goachet A. G., Fraipont A., Votion D.-M., Van Erck E., Leclerc J.-L. Hydration and electrolyte balance in horses during an endurance season. *Equine Veterinary Journal*, 2010, vol. 42, issue S38, pp. 98–104. DOI: 10.1111/j.2042-3306.2010.00198.x.
32. Santos S. A., Silva R. A. M. S., Azevedo J. R. M., Mello M. A. R., Soares A. C., Sibuya C. Y., Anaruma C. A. Serum electrolyte and total protein alterations in Pantaneiro horse during long distance exercise. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 2001, vol. 53, issue 3, pp. 01–10. DOI: 10.1590/S0102-09352001000300013.

33. Schott H. C. 2nd, Marlin D. J., Geor R. J., Holbrook T. C., Deaton C. M., Vincent T., Dacre K., Schrotter R. C., Jose-Cunilleras E., Cornelisse C. J. Changes in selected physiological and laboratory parameters in elite horses competing in a 160 km endurance race. *Equine Veterinary Journal*, 2006, vol. 38, issue S36, pp. 37–42. DOI: 10.1111/j.2042-3306.2006.tb05510.x.

34. Tamzali Y., Marguet C., Priymenko N., Lyazrhi F. Prevalence of gastric ulcer syndrome in high-level endurance horses. *Equine Veterinary Journal*, 2011, vol. 43, issue 2, pp. 141–144. DOI: 10.1111/j.2042-3306.2010.00129.x.

35. Tarmonova L. Ju., Shutov A. M. Anaemia and renal dysfunction at elderly and senile patients with diastolic heart failure. *Clinical gerontology*, 2007, vol. 13, issue 11, pp. 8–12. (in Russian)

36. Varaksina Zh. V. Myocardial dystrophy of physical overstrain in horses. Autoref. dis. ... cand. vet. sci. 16.00.01. St. Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, 2002, 19. (in Russian)

37. Waller A. P., Heigenhauser G. J. F., Geor R. J., Spriet L. L., Lindinger M. I. Fluid and electrolyte supplementation after moderate intensity exercise enhances muscle glycogen resynthesis in Standardbred horses. *Journal of Applied Physiology*, 2009, vol. 106, issue 1, pp. 91–100. DOI: 10.1152/jappphysiol.90783.2008.

38. Zobba R., Ardu M., Niccolini S., Cubeddu F., Di-mauro C., Bonelli P., Dedola C., Visco S., Parpaglia M. L. P. Physical, hematological, and biochemical responses to acute intense exercise in polo horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 2011, vol. 31, issue 9, pp. 542–548. DOI: 10.1016/j.jevs.2011.03.010.