

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

doi: 10.32718/nvlvet9202
http://nvlvet.com.ua

UDC 619:612.821:612.128:636

The content of calcium and phosphorus in the blood of cows with a different tonus of the autonomic nervous system

O.V. Zhurenko, V.I. Karpovskiy, O.V. Danchuk, Yu.V. Kravchenko-Dovga

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 09.10.2018
Received in revised form
07.11.2018
Accepted 08.11.2018

National University of Life and
Environmental Science of Ukraine,
polkovnik Potekhin Str., 16, Kyiv,
03041, Ukraine.
Tel.: +38-067-703-49-81
E-mail: zhurenko-lena@ukr.net

Zhurenko, O.V., Karpovskiy, V.I., Danchuk, O.V., & Kravchenko-Dovga, Yu.V. (2018). The content of calcium and phosphorus in the blood of cows with a different tonus of the autonomic nervous system. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 20(92), 8–12. doi: 10.32718/nvlvet9202

Research was conducted on cows of the Ukrainian black-and-white breed of the 2–3 lactation. Tonus of the autonomic nervous system (ANS) of cows was determined using trigeminovagal reflex (TVR). According to the obtained results, an animal was designate as normotonics, sympathicotonics or vagotonics. According to the results of the study of the ANS tonus, 3 experimental groups were formed 4 animals in each. The first group included animals-normotonics, the second – vagotonics, and the third one – sympathicotonics. It was established a tendency of calcium/hosphorus lower content in the blood of cows during the warm season and higher in the winter (in the range of 3–8%). It should also be noted that there was tendency towards lower calcium content in the blood of vagotonic cows and higher – in sympathicotonic animals, regardless of the season. Unlike calcium, the content of phosphorus in the blood of cows significantly depended on the ANS tonus. In particular, the content of this element in the blood of sympathicotonic and vagotonic cows in winter was lower by 14.0% ($P < 0.001$) and 18.3% ($P < 0.001$), respectively. However, in the summer, this difference became significantly smaller and had character of a trend (at the level of 5.0–7.2%). It has been established that the calcium-phosphorus ratio in cow's blood did not depend significantly on the ANS tonus or on the season of the year, but a clear trend was established for its lower value in summer, regardless of the ANS tonus. The strength of excitability levels of the sympathetic and parasympathetic nervous system according to the results of the TVR in cows did not significantly limit the phosphorus content in their blood in summer, and calcium in winter ($\eta^2_x = 0.00–0.019$). But in normotonic animals, the ANS tonus significantly affected the calcium-phosphorus ratio – $\eta^2_x = 0.59$ ($P < 0.05$) and the phosphorus content in their blood – $\eta^2_x = 0.29$ ($P < 0.05$) in winter. It was established that ANS tonus in sympathicotonic animals limited the phosphorus content in winter – $\eta^2_x = 0.35$ ($P < 0.05$) and the calcium-phosphorus ratio as in summer – $\eta^2_x = 0.29$ ($P < 0.05$) so in winter – $\eta^2_x = 0.45$ ($P < 0.05$). Whereas in vagotonic cows, the ANS tonus limited the calcium content in the summer – $\eta^2_x = 0.26$ ($P < 0.05$). Correlation analysis of the ANS tonus index, phosphorus and calcium content in cow's blood did not establish significant interrelationships depending on the season of the year. However, it should be noted a clear trend of direct correlation of the index of the ANS tonus with the calcium content ($r = 0.24–0.35$) and the calcium-phosphorus ratio ($r = 0.43–0.44$) in the cows' blood and the reverse one with the phosphorus content in the cows' blood ($r = -0.22–0.30$). The data obtained could indicate on the presence of autonomic regulatory mechanisms for the regulation of the content of specific macronutrients in the blood of cows.

Key words: higher nervous activity, cortical mechanisms, cows, food condition reflexes, motor response.

Вміст кальцію і фосфору в крові корів з різним тонутом автономної нервової системи

О.В. Журенко, В.І. Карповський, О.В. Данчук, Ю.В. Кравченко-Довга

Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

Досліди проводили на коровах української чорно-рябої породи 2–3-ї лактації. Тонус автономної нервової системи (АНС) корів визначали за допомогою тригеміновагального тесту. Відповідно до отриманих результатів, тварину відносили до нормо-, симпатико- чи ваготоніків. За результатами дослідження тону АНС було сформовано 3 дослідні групи, по 4 тварин у кожній. До першої групи входили тварини-нормотоніки, до другої – ваготоніки, до третьої – симпатикотоніки. Встановлено тенденцію щодо меншого вмісту Кальцію в крові корів у теплу пору року та більшого – взимку (в межах 3–8%). Варто також відмітити тенденцію щодо меншого вмісту Кальцію в крові корів-ваготоніків та більшого – у тварин-симпатикотоніків незалежно від пори року. На відміну від Кальцію вміст Фосфору в крові корів істотно залежить від тону автономної нервової системи. Зокрема взимку в крові корів симпатико- та ваготоніків вміст даного елемента менше відповідно на 14,0% ($P < 0,001$) та 18,3% ($P < 0,001$). Однак влітку дана різниця стає значно меншою і має характер тенденції (на рівні 5,0–7,2%). Встановлено, що показник кальцієво-фосфорного відношення у крові корів достовірно не залежить ні від тону АНС, ні від пори року, однак встановлено чітку тенденцію щодо його меншого значення влітку незалежно від тону АНС. Сила ступеня збудливості симпатичної та парасимпатичної нервової системи за результатами тригеміновагального рефлексу у корів достовірно не лімітує вміст Фосфору в їх крові влітку, та Кальцію – взимку ($\eta^2_x = 0,00–0,019$). Натомість, у тварин-нормотоніків тону АНС достовірно впливає на кальцієво-фосфорне відношення – $\eta^2_x = 0,59$ ($P < 0,05$) та вміст Фосфору у їх крові – $\eta^2_x = 0,29$ ($P < 0,05$) взимку. Встановлено, що у тварин-симпатикотоніків тону АНС лімітує вміст Фосфору взимку – $\eta^2_x = 0,35$ ($P < 0,05$) та кальцієво-фосфорне відношення як влітку – $\eta^2_x = 0,29$ ($P < 0,05$) так і взимку – $\eta^2_x = 0,45$ ($P < 0,05$). Тоді, як у корів-ваготоніків тону АНС лімітує вміст Кальцію влітку – $\eta^2_x = 0,26$ ($P < 0,05$). Кореляційним аналізом показника тону АНС та вмісту Фосфору і Кальцію в крові корів залежно від пори року достовірних взаємозв'язків встановлено не було. Однак варто відмітити чітку тенденцію щодо прямої кореляції показника тону автономної нервової системи з вмістом Кальцію ($r = 0,24–0,35$) та кальцієво-фосфорним відношенням ($r = 0,43–0,44$) у крові корів та обернену кореляцію з вмістом Фосфору в крові ($r = 0,22–0,30$). Отримані нами дані можуть свідчити про наявність вегетативних регуляторних механізмів регуляції вмісту окремих макроелементів у крові корів.

Ключові слова: вища нервова діяльність, кортикальні механізми, корови, харчові умовні рефлекси, рухова реакція.

Вступ

Роль автономної нервової системи (АНС) полягає в регуляції обміну речовин, збудливості, автоматії периферичних органів. Вона регулює та змінює фізіологічний стан тканин та органів, пристосовуючи їх до діяльності цілісного організму та умов навколишнього середовища. Автономною нервовою системою регулюється діяльність внутрішніх органів, соми та самої нервової системи (Ssysyuk et al., 2017). Симпатичний відділ АНС сприяє значному підвищенню процесів глікогенолізу, гліконеогенезу, ліполізу, посиленню діяльності серцево-судинної системи, перерозподілу об'єму крові з ділянок, здатних переносити гіпоксію, в ділянки, де наявність кисню та енергетичних джерел є основою існування. Багато авторів визначають те, що симпатична нервова система виконує ерготропну функцію – значною мірою підвищує життєві резерви організму. Саме тому збудження симпатичного відділу вегетативної нервової системи відбувається кожен раз в період стресу (під час реакцій організму, спрямованих на виживання в несприятливих ситуаціях).

Кора великих півкуль головного мозку є центром, який спрямовує й коригує діяльність усіх органів і організму загалом (Karpovskiy et al., 2005). Наявна нервова діяльність складається з генетично обумовлених характеристик нервової системи і змін, що виникли під впливом навколишнього середовища (Karpovskiy et al., 2005; Khariv et al., 2016).

Тип вищої нервової діяльності зумовлює індивідуальні відмінності та здатність організму пристосовуватися до зміни умов довколишнього середовища (Danchuk et al., 2017). Найбільш досконале пристосування забезпечується поєднанням високої сили, рухливості та рівноваженості нервових процесів. Слабкість, невірноваженість та інертність є факторами, що негативно впливають на здатність живого організму до адаптації. У сучасних дослідженнях встановлено взаємозв'язок між показниками нервових процесів у корі великого мозку і багатьма біохімічними

параметрами організму тварин та їх продуктивністю. Відомо, що тригеміновагальний рефлекс характеризує взаємозв'язок роботи серця з іншими частинами організму, а саме рецепторним апаратом зорового аналізатора – очним яблуком.

Рефлекторна дуга цього рефлексу складається з аферентних волокон окоорухового нерва, нейронів довгастого мозку і еферентних волокон блукаючого нерва, які мають гальмівний вплив на серце. Цей тест дає змогу визначити ступінь збалансованості симпатичних і парасимпатичних впливів на роботу серця. Симпатична частина автономної нервової системи мобілізує ресурси організму у відповідь на дію стресових факторів, парасимпатична автономна нервова система здійснює поточну регуляцію фізіологічних процесів (Cocchi et al., 2009). Таким чином, автономна нервова система регулює всі внутрішні процеси організму, забезпечує відносну динамічну сталість внутрішнього середовища та виконує адаптаційно-трофічну функцію – регуляцію обміну речовин відповідно до умов зовнішнього середовища. Макроелементи не беруть участь в енергетичному обміні організму, але саме вони керують процесами обміну речовин, підтримують фізичну і хімічну цілісність клітин і тканин шляхом збереження характерних біоелектричних потенціалів. Кальцій – один з найважливіших мінеральних елементів годівлі, який бере участь у пластичних та обмінних процесах, у формуванні кісткової тканини (в ній зосереджено 99% його загальної кількості), входить до складу клітинних структур, він є обов'язковим компонентом системи підтримання кислотно-лужної рівноваги внутрішнього середовища організму та нормального функціонування багатьох життєво важливих систем (Malynin, 2009; Soetanto et al., 2010; Kutsan et al., 2014).

Отже, проведення комплексних досліджень з вивчення вмісту Кальцію та Фосфору у крові корів різного тону автономної нервової системи є актуальним, оскільки дозволить поглибити існуючі знання про вегетативну регуляцію обміну макроелементів в організмі тварин.

Мета роботи. Встановити вміст Кальцію і Фосфору в крові корів з різним тонусом автономної нервової системи.

Матеріал і методи досліджень

Досліди проводили на коровах української чорнорябої породи 2–3-ї лактації. Тонус автономної нервової системи корів визначали за допомогою тригеміновагального тесту. Відповідно до отриманих результатів, тварину відносили до нормо-, симпатико- чи ваготоніків. За результатами дослідження тону АНС було сформовано 3 дослідні групи, по 4 тварин у кожній. До першої групи входили тварини-нормотоніки, до другої – ваготоніки, до третьої – симпатикотоніки. Матеріалом для досліджень слугували зразки крові тварин отримані з яремної вени (Vlizlo et al., 2012). Відбір крові проводили двічі, улітку і зимою. У цільній крові визначали вміст Кальцію та Фосфору мето-

дом атомно-абсорбційної спектрофотометрії в полум'яному режимі. Результати досліджень обробляли згідно із загально визначеними методами статистики з використанням комп'ютерних програм Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення

Результати дослідження тону автономної нервової системи за допомогою тригеміновагального тесту наведені в табл. 1. Цей рефлекс є прикладом злагодженості роботи серця з рецепторним апаратом зорового аналізатора (очними яблуками). Рефлекторна дуга цього рефлексу містить трійчастий (trigeminus) і блукаючий (vagus) нерви. До натискання на очні яблука у тварин-нормотоніків частота серцевих скорочень (ЧСС) становила $69,5 \pm 4,9$ ударів за хвилину і після натискання на очні яблука достовірно не змінюється ($-1,5 \pm 1,2$ уд. хв).

Таблиця 1

Частота серцевих скорочень у корів з різним тонусом автономної нервової системи, $M \pm m$, $n = 10$

Тонус автономної нервової системи	Частота серцевих скорочень, уд./хв		
	До натискання на очні яблука	Після натискання на очні яблука	Різниця
Нормотоніки	$69,5 \pm 4,9$	$71,0 \pm 5,1$	$-1,5 \pm 1,2$
Ваготоніки	$78,3 \pm 7,6$	$66,3 \pm 6,2$	$-12,0 \pm 1,6^{***}$
Симпатикотоніки	$73,3 \pm 6,5$	$86,5 \pm 5,6$	$13,3 \pm 1,3^{***}$

Примітка: *** – $P < 0,001$ порівняно з тваринами-нормотоніками

У корів-симпатикотоніків до натискання на очні яблука показник частоти серцевих скорочень становив $73,3 \pm 6,5$ скорочень за хвилину, однак після натискання на очні яблука час зростає на $13,2 \pm 1,3$ скорочень (18,1%; $P < 0,001$). Натомість у тварин-ваготоніків до натискання на очні яблука ЧСС становить $78,3 \pm 7,6$ скорочень за хвилину і після натискання на очні яблука знижується на $12,0 \pm 1,6$ скорочень за одну хвилину (15,3%; $P < 0,001$).

Вміст Кальцію в крові корів з різним тонусом АНС влітку достовірно не відрізняється і становить – 1,97–

2,10 ммоль/л. Встановлено тенденцію щодо меншого вмісту даного елемента в крові корів у теплу пору року та більшого – узимку (в межах 3–8%). Варто також відмітити тенденцію щодо меншого вмісту Кальцію в крові корів-ваготоніків та більшого – у тварин-симпатикотоніків незалежно від пори року. На відміну від Кальцію вміст Фосфору в крові корів істотно залежить від тону автономної нервової системи (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст Кальцію і Фосфору в крові корів різних типів вищої нервової діяльності, $M \pm m$, $n = 4$

Показники	Тип ВНД			
	Нормотоніки	Ваготоніки	Симпатикотоніки	
Літо	Са, ммоль/л	$2,08 \pm 0,03$	$1,97 \pm 0,07$	$2,10 \pm 0,05$
	Р, ммоль/л	$8,16 \pm 0,23$	$7,78 \pm 0,29$	$7,57 \pm 0,28$
	Са/Р, ум. од.	$0,25 \pm 0,01$	$0,25 \pm 0,01$	$0,28 \pm 0,01$
Зима	Са, ммоль/л	$2,14 \pm 0,09$	$2,12 \pm 0,08$	$2,18 \pm 0,01$
	Р, ммоль/л	$8,19 \pm 0,29$	$7,04 \pm 0,12^{***}$	$6,69 \pm 0,19^{***}$
	Са/Р, ум. од.	$0,27 \pm 0,02$	$0,28 \pm 0,01$	$0,29 \pm 0,01$

Примітка: достовірні різниці з СВР типом ВНД: $P < 0,05$ – *; $P < 0,01$ – **; $P < 0,001$ – ***

Зокрема взимку в крові корів симпатико- та ваготоніків вміст даного елемента менший відповідно на 14,0% ($P < 0,001$) та 18,3% ($P < 0,001$). Однак влітку дана різниця стає значно меншою і має характер тенденції (на рівні 5,0–7,2%).

Встановлено, що показник кальцієво-фосфорного відношення у крові корів достовірно не залежить ні від тону АНС, ні від пори року, однак встановлено

чітку тенденцію щодо його меншого значення влітку незалежно від тону АНС (3,4–10,7%).

Дисперсійний аналіз являє собою статистичний метод аналізу результатів, які залежать від якісних ознак. Рівномірним однофакторним дисперсійним аналізом встановлено силу впливу тону автономної нервової системи на вміст Кальцію і Фосфору в крові корів у різні пори року (рис. 1).

Сила ступеня збудливості симпатичної та парасимпатичної нервової системи за результатами тригеміновагального рефлексу у корів достовірно не лімітує вміст Фосфору в їх крові влітку і Кальцію – взимку ($\eta^2_x = 0,00-0,019$). Натомість у тварин-нормотоніків тонус АНС достовірно впливає на кальцієво-фосфорне відношення – $\eta^2_x = 0,59$ ($P < 0,05$) та вміст Фосфору в їх крові – $\eta^2_x = 0,29$ ($P < 0,05$) взимку.

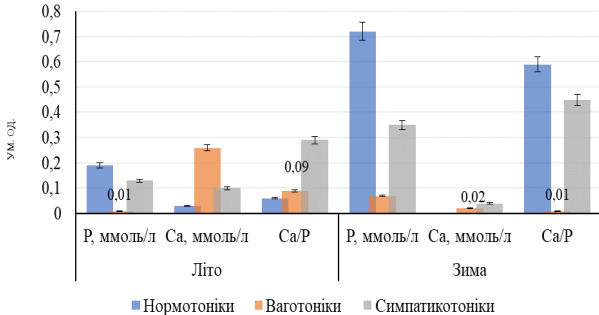


Рис. 1. Вплив основних характеристик коркових процесів на вміст Кальцію і Фосфору в крові корів залежно від пори року, η^2_x (n = 16)

Встановлено, що у тварин-симпатикотоніків тонус АНС лімітує вміст Фосфору взимку – $\eta^2_x = 0,35$ ($P < 0,05$) та кальцієво-фосфорне відношення як влітку – $\eta^2_x = 0,29$ ($P < 0,05$) так і взимку – $\eta^2_x = 0,45$ ($P < 0,05$), тоді як у корів-ваготоніків тонус АНС лімітує вміст Кальцію влітку – $\eta^2_x = 0,26$ ($P < 0,05$).

Кореляційним аналізом показника тонусу АНС та вмісту Фосфору і Кальцію в крові корів залежно від пори року достовірно взаємозв'язків встановлено не було (рис. 2). Однак варто відмітити чітку тенденцію щодо прямої кореляції показника тонусу автономної нервової системи з вмістом Кальцію ($r = 0,24-0,35$) та кальцієво-фосфорним відношенням ($r = 0,43-44$) у крові корів та обернену кореляцію з вмістом Фосфору в крові ($r = -0,22-0,30$).

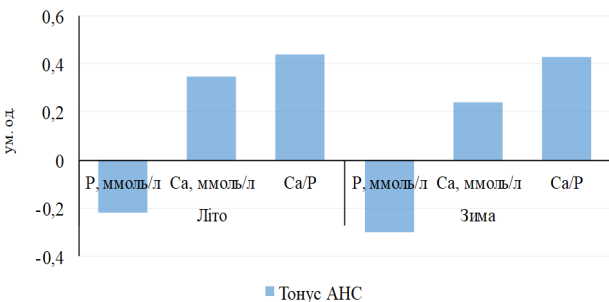


Рис. 2. Кореляційні зв'язки основних характеристик коркових процесів на вміст Кальцію і Фосфору в крові корів залежно від пори року, r (n = 16)

Отже, дослідження тонусу автономної нервової системи за допомогою тригеміновагального тесту дозволяє достовірно визначити приналежність корів відповідно до тонусу автономної нервової системи. Отримані нами дані можуть свідчити про наявність вегетативних регуляторних механізмів регуляції вмісту окремих макроелементів у крові корів.

Висновки

1. Вміст Кальцію в крові корів з різним тонусом АНС влітку вірогідно не відрізняється і становить 1,97–2,10 ммоль/л. Встановлено тенденцію щодо меншого вмісту даного елемента в крові корів у теплу пору року та більшого – узимку (в межах 3–8%).

2. Показник кальцієво-фосфорного відношення у крові корів вірогідно не залежить від тонусу АНС та пори року. Встановлено чітку тенденцію щодо його меншого значення влітку незалежно від тонусу АНС (3,4–10,7%).

3. Тонус АНС у тварин-нормотоніків достовірно впливає на кальцієво-фосфорне відношення – $\eta^2_x = 0,59$ ($P < 0,05$) і вміст Фосфору в їх крові – $\eta^2_x = 0,29$ ($P < 0,05$) взимку.

4. Доведена чітка тенденція щодо прямої кореляції показника тонусу автономної нервової системи з вмістом Кальцію ($r = 0,24-0,35$) та кальцієво-фосфорним відношенням ($r = 0,43-44$) у крові корів та обернену кореляцію з вмістом Фосфору в крові ($r = -0,22-0,30$)

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці сучасних методів та способів корекції вмісту макроелементів у крові корів з урахуванням індивідуальних особливостей їхньої нервової системи.

References

- Vlizlo, V.V., Fedoruk, R.S., & Ratych, I.B. (2012). Laboratorni metody doslidzhen u biologii, tvarynyctvi ta veterinarnij medycyni: dovidnyk (in Ukrainian).
- Danchuk, O.V., Karpovskiy, V.I., Trokoz, V.O., & Postoi, R.V. (2017). Regulation mechanisms of cortisol level in pigs' blood serum under stress. *Fiziol. Zh.*, 63 (6), 60–65. doi: 10.15407/fz63.06.060 (in Ukrainian).
- Karpovskiy, V.I., Trokoz, V.O., & Zhurenko, O.V. (2005). Osoblyvosti elektrychnoi aktyvnosti holovnoho mozku na foni reflexu molokoviddachi u koriv riznykh typiv vyshchoi nervovoi diialnosti [Features of electric activity of the brain against the background of reflex of milk yield in cows of different types of higher nervous activity]. *Visnyk BDAU. Bila Tserkva*, 33, 61–62 (in Ukrainian).
- Kutsan, O.T., Orobchenko, O.L., & Kocherhin, Yu.A. (2014). Toksyko-biokhimichna kharakterystyka neorhanichnykh elementiv ta zastosuvannia renthenofluorestsentnoho analizu u veterynarnii medytsyni. Kharkiv. Planeta-print (in Ukrainian).
- Malynin, O.O. (2009). Vyznachennia neorhanichnykh elementiv u biolohichnykh substratak metodom renthenofluorestsentnoho analizu: metod. vkazivky. DKVM Ukrainy (in Ukrainian).
- Cocchi, M., Sardi, L., Tonello, L., & Martelli, G. (2009). Do mood disorders play a role in pig welfare? *Ital J Animal Sci*, 8(4), 691–704. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.4081/ijas.2009.691>. doi: 10.4081/ijas.2009.691.
- Makarenko, N.V., Lisogub, V.S., & Yuchimenko, L.I. (2003). Heart rhythm of students with different individual – typological characteristics of the higher nervous activity at examination stress. *Fiziol Zh.*, 49(1), 28–33.

- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12669518> (in Ukrainian).
- Khariv, M., Gutyj, B., Butsyak, V., & Khariv, I. (2016). Hematologichni pokaznyky orhanizmu shchuriv za umov oksydatsiinoho stresu ta za dii liposomalnoho preparatu. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*, 6(1), 276–289. doi: 10.15421/201615 (in Ukrainian).
- Soetanto, A., Wilson, R.S., Talbot, K., Un, A., Schneider, J.A., Sobiesk, M., Kelly, J. et al. (2010). Association of anxiety and depression with microtubule-associated protein 2-and synaptopodin-immunolabeled dendrite and spine densities in hippocampal CA3 of older humans. *Arch Gen Psychiatry*, 67(5), 448–457. doi: 10.1001/archgenpsychiatry.2010.48.
- Sysyuk, Y., Karpovskiy, V., Zhurenko, O., Danchuk, O., & Postoy, R. (2017). Зміни в вітамінній ланці антиоксидантної системи корів різних типів вищої нервової діяльності. *Науковий вісник ЛНУ ветеринарної медицини та біотехнологій*, 19(78), 81–85. doi: 10.15421/nvlvet7816.