

## POZIOM ELEKTROLITÓW W KRWI ŻREBNYCH KLACZY

*Elżbieta Kluczek*

Laboratorium PZLZ w Bydgoszczy

W nawiązaniu do badań nad aktywnością aminotransferaz w surowicy krwi źrebnych klaczy, postanowiono przeprowadzić również oznaczanie w pobranym materiale związków mineralnych. W ciągu ostatnich lat wykonano sporo prac zarówno doświadczalnych jak i klinicznych, które pozwoliły wyciągnąć wnioski o udziale makro- i mikroelementów w metabolizmie w różnych stanach fizjologicznych [2, 7, 9, 11, 14, 17, 19]. Jednak przemiana mineralna nadal nie jest dostatecznie poznana. Nawet podczas prawidłowo rozwijającej się ciąży zawartość jednych pierwiastków we krwi jest zwiększona, innych obniżona. Zaobserwowano charakterystyczne zaburzenia w przemianie mineralnej wapnia i fosforu w surowicy krwi zwierząt ciężarnych, u których tuż przed prodem stwierdzono kalcemię i fosfatemię oraz hiperchloremie i hipernatremie [3, 5, 6, 11, 13]. Również w przebiegu ciąży występuje hipomagnezemia, której towarzyszy wzrost żelaza i miedzi [1, 8, 13, 15, 16, 19]. Zmiany dotyczące makroelementów w krwi obserwowane były u wielu gatunków zwierząt w różnych stanach fizjologicznych [9, 11, 18]. W związku z tym przedstawiono wyniki badań wykonane na temat zachowania się poziomu elektrolitów w surowicy i krwinkach czerwonych u źrebnych klaczy.

## MATERIAŁ I METODYKA

Materiałem do badań była krew obwodowa pobrana od 35 klaczy ardeńskich (7 nieciążarnych i 28 źrebnych) w wieku 3-10 lat, będących własnością PSK Nowe Jankowice\* pow. Grudziądz. Pobierano ją przed kryciem, następnie w 2, 4 i 6 miesiącu oraz w drugiej połowie ciąży co

\* Autor wyraża serdeczne podziękowanie Dyrekcji Państwowej Stadninie Koni Nowe Jankowice za udostępnienie materiału, a dr St. Paterkowi za życzliwą i bezinteresowną pomoc w przeprowadzeniu doświadczeń.

miesiąc i po porodzie. Sód, potas i wapń w surowicy i krwi oznaczano na fotometrze płomieniowym. Otrzymane wyniki stężeń elektrolitów w całkowitej krwi  $kc$  przeliczano na stężenie w erytrocytach wg wzoru

$$c = \frac{kc - s(100 - Hkt)}{Hkt} = \text{stężenie w erytrocytach}$$

w którym:

$s$  — stężenie w surowicy,  
 $Hkt$  — hematokryt.

Fosfor nieorganiczny w surowicy ustalano metodą Fiskego—Subbarowa, chlorki w surowicy i krwi metodą merkurometryczną, magnez w surowicy oznaczano sposobem Flaschka—Holaseka [10]. Uzyskane wyniki opracowano statystycznie przy użyciu testu  $t$  Studenta i analizy wariancji. Granice istotności statystycznej przyjęto na poziomie  $P < 0,05$ .

#### WYNIKI BADAŃ I OMÓWIENIE

Uzyskane wyniki badań przedstawiono w tabelach 1-3. Istnieje zgodna opinia, że w przebiegu ciąży występuje hipomagnezemia bądź hipokalcemia oraz fosfatemia [1, 4, 5, 8, 13, 16, 19]. Poziom Mg w surowicy krwi u nieciążarnych klaczy wahał się na przestrzeni roku średnio od 2,23 do 3,0 mg<sup>0</sup>/. Zawartość Ca w surowicy krwi u tych osobników wynosiła od 10,07 do 12,36 mg<sup>0</sup>/, natomiast nieorganicznego fosforu od 2,59 do 3,25 mg<sup>0</sup>/. Jak podaje Meyer i Lemmer [12], wielu autorów doniosło, że zawartość Mg w surowicy krwi koni waha się od 1,58 do 2,70 mg<sup>0</sup>/, średnio 1,99 mg<sup>0</sup>/. Średnie wartości tego kationu uzyskane we własnych badaniach mieszczą się w nieco wyższych granicach (tab. 1). U źrebnych klaczy stężenie Mg w surowicy krwi, w porównaniu do grupy kontrolnej, wzrastało od czwartego do dziewiątego miesiąca, natomiast w 10 i 11 miesiącu oraz po porodzie obniżało się. Stwierdzone różnice były statystycznie istotne ( $P < 0,001$ ). Nieco odmiennie zachowywał się jon Ca w surowicy źrebnych klaczy. Jeśli w 2, 6, 7 i 8 miesiącu ciąży oraz po porodzie obserwowano wyraźne obniżenie się tego jonu, to w pozostałych miesiącach stwierdzono istotny jego wzrost ( $P < 0,001$ ). Analiza zachowania się Ca i Mg w krwi źrebnych klaczy, w porównaniu do grupy kontrolnej, przedstawiona w tabeli 2, upoważnia do wnioskowania, że na zmiany stężeń tych jonów oprócz ciąży wpływały takie czynniki jak zmienność osobnicza, wiek, laktacja, pora roku, żywienie, rodzaj wykonywanej pracy itp. Jednak z danych przedstawionych w tabeli 1 nie wynika, aby w przebiegu ciąży w surowicy krwi obniżeniu Ca towarzy-

szyl spadek Mg. Zjawisko to obserwuje się tylko na początku ciąży, tj. w drugim miesiącu oraz po porodzie.

Zachowanie się elektrolitów w krwi zwierząt było już dawniej przedmiotem badań. W 1952 r. Boge [3] wykazał pewien cykl wahań zawartości Ca w ciągu doby. Okazuje się, że w godzinach nocnych poziom Ca jest wyższy o 1,76 mg<sup>0</sup>%, aniżeli podczas dnia. Dalsze badania Craigea i Gadda [5] wskazały na wzajemne powiązania wahań jonu Ca z porami roku, a szczególnie pod koniec zimy i na początku wiosny. Występujące zaburzenia powstają najczęściej w wyniku wzmożonej przemiany materii i pobudliwości. Taką przemianę w organizmie nazywa się wiosennym kryzysem hormonalnym. Gdy w okresie ciąży nie zostaną zwierzęciu zapewnione podstawowe warunki utrzymania, to przejściowe wahania elektrolitów jeszcze bardziej się pogłębią. Śledząc różnice w skarmianiu pasz w okresie letnim i zimowym oraz zestawiając wartość dawek na identycznym poziomie w ciągu roku Earle i Cabell [6] spostrzegli, że stężenie Ca w surowicy krwi żrebnych klaczy wyraźnie się zmieniało, a przed porodem spadło. Jeśli słuszne są dowody, że czynnikami regulującymi zawartość Ca i Mg są przytarczyczki oraz przeciwstawnie działająca tarczycza, to wyjaśnienie fizjologicznego podłoża wahań tych kationów nie jest proste. Zresztą w zakresie wspomnianych zjawisk istnieje skomplikowany splot faktów i problemów.

W rozważaniach, opartych o zasady fizjologii ciąży, bardzo silnie podkreśla się rolę fosforanów w metabolizmie. Średnia wartość poziomu nieorganicznego fosforu ( $\text{HPO}_4^{--}$ ) w krwi zwierząt kontrolnych z okresu doświadczenia była prawie jednakowa. Udowodniono natomiast istotny spadek średniego poziomu  $\text{HPO}_4^{--}$  u żrebnych klaczy w 9, 10 i 11 miesiącu oraz po porodzie ( $< 0,05 P < 0,01$ ). Blunn i wsp. [4] oraz Earle i Cabell [6] prowadzili badania na 10 i 17 żrebnych klaczach i również obserwowali obniżenie  $\text{HPO}_4^{--}$  w krwi, szczególnie podczas porodu. Przedstawione dane z piśmiennictwa i wyniki badań własnych wydają się wskazywać, że w ostatnim okresie ciąży mamy do czynienia z przejściowym zaburzeniem w gospodarce mineralnej. Należy wspomnieć, że hipofosfatemia nie była regularnym objawem ciąży u badanych osobników. Uwzględniając jednak fakt, że większość żrebnych klaczy wykazywała obniżenie fosforanów można przyjąć, że ciąża może odgrywać ważną rolę w przemianie mineralnej.

Zestawiając poszczególne wyniki oznaczeń zauważono, że stężenia innych elektrolitów (Na, K, Cl), które podczas badań przed kryciem wykazywały wysokie wartości, obniżały się w przebiegu ciąży. Natomiast przy niższych poziomach wyjściowych obserwowano przeciwnie — wzrost stężenia jonów po zapłodnieniu samicy. Potwierdzeniem tej zależności są wysokie i statystycznie istotne różnice w porównaniu do gru-

Tabela I

Średnie stężenia elektrolitów w surowicy i krwinkach czerwonych klaczy źrebnych (D) oraz kontrolnych (K)

Wyszczególnienie	Przed pokryciem	Miesiące ciąży							Po porodzie		
		2	4	6	7	8	9	10		11	
Magnez w surowicy											
K	$\bar{x}$	3,00	2,87	2,98	2,66	2,27	2,28	2,38	2,31	2,27*	2,23
	SD	0,24	0,39	0,16	0,19	0,30	0,17	0,20	0,14	0,02	0,02
D	$\bar{x}$	2,42	2,31	2,91	2,79	2,62	2,62	2,56	2,39	2,22	2,29
	SD	0,38	0,22	0,31	0,26	0,24	0,27	0,22	0,11	0,03	0,18
	P	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Wapń w surowicy											
K	$\bar{x}$	10,29	10,07	10,07	10,07	10,36	12,36	11,64	11,36	10,07	10,79
	SD	0,39	0,18	0,18	0,18	0,24	0,23	0,23	0,38	0,18	0,49
D	$\bar{x}$	10,73	10,36	11,50	9,38	10,59	9,79	12,46	11,59	11,23	10,31
	SD	0,57	0,44	0,82	0,40	0,71	0,83	0,30	0,27	0,47	0,54
	P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Fosfor nieorganiczny w surowicy											
K	$\bar{x}$	2,87	2,81	3,59	3,25	2,90	2,59	2,73	2,68	2,90	2,87
	SD	0,24	0,47	0,37	0,41	0,32	0,25	0,21	0,23	0,27	0,22
D	$\bar{x}$	2,99	2,81	3,12	3,01	3,20	3,11	2,93	2,86	2,97	2,89
	SD	0,42	0,50	0,47	0,38	0,48	0,44	0,44	0,37	0,51	0,37
	P	<0,01	>0,05	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	>0,05
Sód w surowicy											
K	$\bar{x}$	283,01	285,77	291,64	300,69	285,63	290,26	281,03	275,54	276,46	266,71
	SD	7,52	10,33	4,49	7,53	2,42	5,39	7,88	11,09	9,93	8,05
D	$\bar{x}$	280,86	270,25	288,31	263,08	283,25	276,45	296,84	304,93	303,67	284,10
	SD	8,91	14,43	6,92	9,93	10,32	9,80	9,74	6,99	15,61	15,44
	P	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

## Sód w krwinkach

K	$\bar{x}$	59,53	60,43	56,81	51,82	28,90	36,36	101,22	61,62	56,42	99,28
	SD	12,47	9,43	16,44	11,63	7,29	12,38	27,46	19,75	29,04	3,89
D	$\bar{x}$	111,55	96,83	81,76	56,60	66,47	53,47	54,61	68,94	59,69	52,03
	SD	53,27	47,52	30,89	32,65	35,89	28,16	31,06	50,94	25,62	30,44
	P	<0,001	<0,001	<0,01	>0,05	<0,001	<0,001	<0,001	>0,05	>0,05	<0,001

## Potas w surowicy

K	$\bar{x}$	14,77	14,80	17,27	17,40	14,34	16,99	15,60	16,29	17,55	17,27
	SD	1,53	1,00	1,22	1,30	1,08	2,09	0,97	1,75	1,25	1,56
D	$\bar{x}$	15,80	14,97	16,22	14,90	16,23	15,11	17,44	15,60	16,84	14,77
	SD	2,55	2,04	2,33	1,35	1,96	1,69	2,06	1,75	1,50	1,45
	P	<0,001	>0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

## Potas w krwinkach

K	$\bar{x}$	328,27	322,70	296,36	318,22	308,35	351,98	364,35	315,92	369,91	310,59
	SD	10,07	35,32	10,14	31,85	17,05	18,52	12,12	16,15	53,39	37,56
D	$\bar{x}$	308,43	302,45	315,72	315,02	298,55	333,82	337,44	339,44	306,47	335,51
	SD	28,51	4,48	41,48	29,83	45,90	34,24	30,46	21,64	29,48	48,61
	P	<0,001	<0,001	<0,001	>0,05	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

## Chlorki w surowicy

K	$\bar{x}$	381,35	349,59	373,07	368,79	368,84	381,43	350,67	364,47	361,87	357,93
	SD	14,99	17,27	23,27	22,24	25,51	19,73	17,61	18,32	9,06	12,11
D	$\bar{x}$	378,23	359,42	365,89	366,58	371,05	377,88	384,69	384,26	363,04	357,09
	SD	18,50	13,30	15,59	21,39	24,79	18,93	19,00	19,27	14,82	12,45
	P	>0,05	<0,001	<0,001	>0,05	>0,05	>0,05	<0,001	<0,001	>0,05	>0,05

## Chlorki w krwinkach

K	$\bar{x}$	303,87	283,09	312,96	279,62	320,31	353,21	273,57	291,75	273,99	255,39
	SD	27,20	13,42	11,17	24,29	21,97	10,33	9,53	18,65	12,82	11,83
D	$\bar{x}$	277,53	267,94	284,35	259,17	301,57	387,63	256,45	320,84	299,97	273,98
	SD	22,21	17,01	20,29	15,31	28,21	15,38	12,98	20,55	18,40	15,71
	P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

$\bar{x}$  — średnia arytmetyczna, SD — odchylenie standardowe, P — prawdopodobieństwo

Tabela 2

Analiza statystyczna elektrolitów w surowicy krwi źrebnych klaczy<sup>a</sup>

Na	K	Cl	Przed kryciem	Miesiące ciąży							Po porodzie	
				2	4	6	7	8	9	10		11
Mg	Ca	P	Na K Cl	Na K Cl	Na K Cl	Na K Cl	Na K Cl	Na K Cl	Na K Cl	Na K Cl	Na K Cl	Na K Cl
Przed kryciem	Mg											
	Ca											
	P											
	Mg	xx										
2	Ca											
	P											
	Mg	xx	xx									
4	Ca	xx	xx									
	P		xx									
Mie- sią- ce ciąży	Mg	xx	xx	xx								
6	Ca	xx	xx	xx								
	P		x									
	Mg	xx	xx	xx	xx							
7	Ca			xx	xx							
	P	x	xx		x							
	Mg	xx	xx	xx	xx							
8	Ca	xx	x	xx		xx						
	P		xx									
	Mg	xx	xx	xx	xx	xx	xx					
9	Ca	xx	xx	xx	xx	xx	xx					
	P			x		xx						
	Mg		xx	xx	xx	xx	xx	xx				
10	Ca	xx	xx		xx	xx	xx	xx				
	P			xx		xx	xx					
	Mg	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx			
11	Ca		xx		xx	x	xx	xx				
	P					x						
Po poro- dzie	Mg	xx		xx	xx	xx	xx	xx	x	x	xx	
	Ca			xx	xx		x	xx	xx	xx		
	P				x		xx	xx				

x, . — różnica statystyczna istotna,

xx, .. — różnica statystycznie wysokoistotna,

<sup>a</sup> Szczegółowa dokumentacja tabelaryczna i obliczeniowa znajduje się u autora.

py kontrolnej (tab. 1 i 3). Średnie wartości poziomu Na w krwinkach czerwonych uzyskane w przebiegu ciąży, jak i po porodzie wyraźnie obniżały się w stosunku do wartości wyjściowych oraz w porównaniu do grupy kontrolnej. Natomiast średnie wartości poziomu tego kationu w surowicy źrebnych klaczy przekraczały zakres stężeń prawidłowych, zwłaszcza w 9, 10 i 11 miesiącu ciąży. W tym samym czasie stwierdzono rów-

Tabela 3

Analiza statystyczna Na, K i Cl w krwinkach czerwonych żrebnych klaczy

Wyszczególnienie	Przed pokryciem		Miesiące ciąży										Po porodzie								
			2		4		6		7		8		9		10		11				
	Na	K Cl	Na	K Cl	Na	K Cl	Na	K Cl	Na	K Cl	Na	K Cl	Na	K Cl	Na	K Cl	Na	K Cl	Na	K Cl	
Przed pokryciem	Na																				
	K																				
	Cl																				
	Na	x																			
2	K																				
	Cl																				
	Na	xx	x																		
4	K																				
	Cl			x																	
Miesiące ciąży	Na	xx	xx	xx																	
6	K																				
	Cl		x		xx																
	Na	xx	xx	x																	
7	K																				
	Cl		xx	xx	x	xx															
	Na	xx	xx	xx																	
8	K	x	xx						xx												
	Cl			x		xx															
	Na	xx	xx	xx																	
9	K	xx	xx	x	x	xx															
	Cl	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx													
	Na	xx	xx						x		x										
10	K	xx	xx	x	x	xx															
	Cl	xx	xx	xx	xx	xx	xx	x		xx											
	Na	xx	xx	xx																	
11	K									xx	xx	xx									
	Cl		xx	xx	x	xx						x	xx								
Po porodzie	Na	xx	xx	xx				x					x								
	K	xx	xx	x	x	xx												xx			
	Cl							xx				xx	xx	xx	xx						

niez wzrost poziomu K i Cl w erytrocytach, przy jednoczesnym ich spadku w surowicy krwi. Analiza zależności: ciąża — poziom elektrolitów (tab. 3) dowodzi, że w miarę zaawansowania ciąży zmienia się wartość stężenia w krwi niektórych kationów.

Z uwagi na ograniczone możliwości omówienia poszczególnych elektrolitów w badanym materiale warto wspomnieć, że rola makroelementów w mechanizmie zaburzeń w przebiegu ciąży nie jest zupełnie wyjaś-

niona. Współczesny stan badań pozwala na przyjęcie następującej hipotezy mechanizmu powstawania zaburzeń homeostazy elektrolitowej: 1) niewłaściwa zawartość w pokarmie białka, makro- i mikroelementów, witamin, fityn, tłuszczów itp., 2) predyspozycja do zakłóceń przemian metabolicznych, 3) przejściowa niedoczynność przysadkowo-podwzgórzowa oraz współpraca układów hormonalnych i humoralnych, 4) choroby zakaźne, 5) niekorzystne zmiany klimatyczne, 6) złe warunki utrzymania.

### WNIOSKI

W oparciu o uzyskane wyniki badań krwi źrebnych klaczy można wysnuć następujące wnioski:

1. W przebiegu ciąży poziom elektrolitów w krwi ulega wyraźnym wahaniom, szczególnie w ostatnich miesiącach i po porodzie.
2. Magnez w surowicy ciężarnych klaczy wzrastał od 4 do 9 miesiąca, natomiast w 10 i 11 miesiącu i po porodzie obniżał się.
3. Wapń istotnie spadał w 2, 6, 7 i 8 miesiącu źrebności oraz po porodzie.
4. Stwierdzono również spadek fosforanów w 9, 10 i 11 miesiącu i po porodzie.
5. Sód w krwinkach czerwonych wykazywał tendencje spadkowe, podczas gdy w surowicy nieznacznie wzrastał.
6. Potas i chlorki w erytrocytach podczas ciąży wzrastały przy jednoczesnym obniżeniu w surowicy krwi.

### PIŚMIENNICTWO

1. Baird J. D.: Austr. Vet. J. 47, 402, 1971.
2. Boetzkes F.: Untersuchungen über tagesrhythmische Schwankungen im Blutmagnesiumgehalt des Pferds. Vet. Diss. Hannover 1952.
3. Boge B.: Untersuchungen über tagesrhythmische Schwankungen des Calciumgehaltes im Blute gesunder Pferde. Vet. Diss. Hannover 1952.
4. Blunn C. T., Howell C. E., Caldwell R. W.: J. Nutr. 20, 1, 1940.
5. Craige A. H., Gadd J. D.: Amer. J. Vet. Res. 2, 227, 1941.
6. Earle J. P., Cabell C. A.: Amer. J. Vet. Res. 13, 330, 1952.
7. Evans J. W.: J anim. Sci. 33, 1001, 1971.
8. Fiedorczuk Z., Szenodzikowska T.: Pol. Arch. Med. wew. 40, 119, 1968.
9. Hintz H. F., Schryver H. F.: J. anim. Sci. 35, 755, 1972.
10. Hoppe-Seyler: Handbuch der Physiologisch- und Pathologisch. Chemischen Analyse Bd. III, 1955.
11. Lomba F., Chauvaux G., Bienfet V.: Anns Méd. vét. 116, 563, 1972.
12. Mayer H., Lemmer U.: Dtsch. Tierärztl. Wschr. 80, 116, 1973.
13. Montgomerie R. F., Savage W. H., Dodds E. D.: Vet. Rec. 9, 319, 1929.

14. Müller H. K.: Untersuchungen über den Mineralstoffgehalt im Blutserum und im Kolostrum von Vollblutstuten. Vet. Diss. Hannover. Mineralstoff- (Ca, P, Mg, K, Na) und Spurenelemente (Fe, Cu, Zn, Mn) Versorgung beim Pferd. Vet. Diss. Hannover 1969.
15. Ronney J. R.: Cornell Vet. 54, 11, 1964.
16. Schützler G.: Berl. Münch. tierärztl. Wschr. 54, 362, 1941.
17. Soliman M. K., Nadim M. A.: Zbl. Vet. med. R. A. 14, 53, 1967.
18. Stowe H. D.: J. Nutr. 95, 179, 1968.
19. Wagenaar G.: Tijdschr. Diergeneesk. 84, 322, 1959.

Э. Ключек

## УРОВЕНЬ ЭЛЕКТРОЛИТОВ В КРОВИ ЖЕРЁБЫХ КОБЫЛ

### Резюме

Автор определял магния, кальция, неорганического фосфора, натрия, калия и хлоридов в сыворотке и эритроцитах крови 28 жеребых и 7 нежеребых кобыл. Исследования проводились в разных периодах беременности и после выжеребки.

Установлено статистически существенное снижение содержания магния, кальция и фосфатов в сыворотке крови в течение последних месяцев беременности и после выжеребки. В этот же период наблюдалось небольшое, но существенное повышение содержания натрия в сыворотке, при одновременном его снижении в эритроцитах. Также уровень калия и хлоридов повышался в эритроцитах. Автор приходит к выводу, что в последние месяцы беременности у кобыл происходят нарушения минерального режима.

E. Kluczek

## THE LEVEL OF ELECTROLYTES IN THE BLOOD OF PREGNANT MARES

### Summary

The author investigated the level of magnesium calcium, inorganic, phosphorus, sodium, potassium, and chlorides in the serum and red blood cells of 28 pregnant and 7 non-pregnant mares.

A significant decrease of magnesium, calcium and phosphates in the blood serum has been found in late pregnancy and post partum. At the same time a small, but significant increase of sodium in blood serum at its simultaneous decrease in blood red cells, was found. Also the level of potassium and chlorides in red cells increased. The author concludes that during late pregnancy mares show often symptoms of mineral imbalance.