

Influence de la saison et de la race du cheval de course sur le profil minéral sérique dans la région d'El-Eulma- SETIF

Reçu le 09/03/2008 – Accepté le 15/11/2008

Résumé

Le cheval de course est un animal monogastrique duquel on exige de fournir un effort considérable, pendant une période relativement longue de sa vie. Par conséquent, un grand nombre de facteurs peuvent provoquer un déséquilibre nutritionnel et métabolique à n'importe quelle période de sa vie.

En Algérie, la pathologie des équidés est mal prise en charge. Les déséquilibres nutritionnels ne sont incriminés que lors d'une baisse de forme ou d'une chute des performances du cheval.

Ce travail a été réalisé dans le but de faire une étude comparative détaillée entre les chevaux de la race pur-sang Anglais et ceux de la race pur-sang Arabe. Cette étude a porté sur l'investigation de l'influence de la saison sur le profil minéral sérique (Ca, P, Mg, Na, K, Cl, Fe).

Mots clés : cheval de course, déséquilibre nutritionnel, profil minéral.

Abstract

The racehorse is a monogastric animal from which we demand to fulfill a tremendous work during its relatively long life. Therefore, many factors can lead to nutritional and metabolic disturbances at any period of its life.

In Algeria, the equine pathology is badly handled out. The nutritional disturbances are not incriminated unless there is a lack in body physical conditions or reduced performances of the racehorse.

This work has been achieved in order to carry out a detailed comparative study into two different breeds of thoroughbred racehorses (English vs Arabian).

This study has been conducted in order to investigate the influence of season on the mineral serum profile (Ca, P, Mg, Na, K, Cl, Fe).

Keywords: racehorse, nutritional disturbance, mineral profile.

LAABASSI F.
MAMACHE B.
MEZIANE T.

Département Vétérinaire,
Faculté des Sciences,
Université de Batna.
Algérie.

ملخص

إن خيول التسابق حيوانات وحيدة المعدة منتظر منها بذل مجهودات معتبرة على مدى فترات طويلة من حياتها. في الجزائر ، علم الأمراض الخيول لا يحظى بعناية كافية. يعتبر عدم التوازن الغذائي أحد أهم الأسباب عند فقدان أو انخفاض أداء الحصان.

وقد تم هذا العمل من أجل إجراء دراسة مفصلة للمقارنة بين الخيول الاصلية العرق وتلك من سباق الإنجليزية العربية الأصلية. ركزت هذه الدراسة على تأثير الموسم على المكونات المعدنية لمصل الخيول: Ca, P, Mg, Na, K, Cl, Fe.

الكلمات المفتاحية : الخيول الاصلية، اللاتوازن الغذائي، المكونات المعدنية للمصل.

Le cheval de course est un animal monogastrique duquel on exige de fournir un effort considérable, pendant une période relativement longue de sa vie. Par conséquent, un grand nombre de facteurs peuvent provoquer un déséquilibre nutritionnel et métabolique à n'importe quelle période de sa vie.

Les déséquilibres nutritionnels ne sont incriminés que lors d'une baisse de forme ou d'une chute des performances sportives du cheval.

Ce travail qui s'est étalé sur quatre saisons a été réalisé dans le but fournir une étude comparative entre les chevaux de la race pur-sang anglais et les chevaux de la race pur-sang arabe. Il a porté sur l'investigation de l'influence de la saison sur le profil minéral sérique (Ca, P, Mg, Na, K, Cl, Fer).

MATERIELS ET METHODES

MATERIELS

Le champ de course

Le champ de course est une institution appartenant foncièrement à la commune de Bazer-Sakra daïra d'El-Eulma Wilaya de Sétif et géré par la société des courses hippiques et du pari mutuel (SCHPM).

Les chevaux qui peuplent le champ de course Bazer-Sakra sont de races Pur Sang Arabe et Pur Sang Anglais.

Les animaux

Les chevaux ayant fait partie de l'étude appartiennent à des propriétaires de la région d'El-Eulma. La majorité de ces chevaux sont nés et élevés en Algérie.

L'étude a porté sur un effectif de 23 chevaux repartis comme suit :

- Pur-sang anglais : 12 chevaux âgés entre 5 et 6 ans dont 4 mâles et 8 femelles.
- Pur-sang arabe : 11 chevaux âgés entre 5 et 7 ans dont 2 mâles et 9 femelles.

Les chevaux reçoivent la même ration alimentaire composée de foin d'avoine et de grains d'orge. Les quantités distribuées sont calculées en fonction du poids corporel du cheval. Les chevaux s'abreuvent d'un même réservoir d'eau. Chaque cheval a reçu un numéro d'identification qui a été maintenu durant toute la période d'étude.

METHODES

Prélèvements sanguins

Des prélèvements de sang au milieu de chaque saison ont été effectués par ponction à la veine jugulaire après désinfection soigneuse à l'aide de

coton imbibé d'alcool chirurgical à 70°. Les prélèvements sont réalisés aseptiquement à l'aide de tubes stériles sans anticoagulant (type Vacutainer) munis d'aiguilles à usage unique fixées à un porte-aiguille. Les prélèvements ont été réalisés entre 7 heures et 10 heures du matin. Les tubes sont numérotés et disposés dans un portoir puis placés dans une glacière. Les tubes sont laissés entre 18 heures et 24 heures dans la glacière puis le sérum est récolté à l'aide d'une pipette Eppendorff dont l'embout plastique est changé après récolte de sérum de chaque prélèvement. Les sérums sont récoltés dans des aliquotes et traités immédiatement ou congelés à -20°C jusqu'à leur analyse au Laboratoire Central de Biochimie du CHU de Batna ou au Laboratoire Central de Biochimie du CHU de Constantine.

Dosages

Le système SYNCHRON CX®5 a été utilisé pour le dosage du Ca, P, Mg, Fe, Na, K (Na et K pour les prélèvements d'été et de l'hiver) alors que Rapid chem 744 Bayer diagnostic a été utilisé pour le dosage du Na, K (les prélèvements du printemps et d'automne) et Cl.

Analyse statistique

L'analyse statistique des données par le test de Student-Fisher (test t) a été réalisée sur le logiciel STATITCF, par comparaison de deux moyennes (moyennes saisonnières des animaux des deux races) et par comparaison à une valeur de référence (moyenne obtenue de chaque race par rapport aux normes internationales).

RESULTATS ET DISCUSSION

Les modifications métaboliques à l'exercice et à l'entraînement d'un cheval de course sont intéressantes à suivre en tant que paramètres de forme ou témoins de "charge" de travail. Certaines révèlent au praticien des troubles en cours ou des risques de lésions malgré un examen clinique normal [1].

Variations saisonnières de la calcémie et de la phosphatémie

Les valeurs du calcium et du phosphore sériques sont inférieures aux valeurs de référence. Ce ci laisse supposer que la ration alimentaire donnée aux chevaux durant les quatre saisons serait carencée en ces deux minéraux essentiels. Leurs rôles sont bien établis dans la formation de l'os et dans la régulation de la contraction musculaire.

En générale, les teneurs en phosphore sont légèrement inférieures aux valeurs de référence.

Il est admis, généralement qu'un rapport Ca/P bas donne des valeurs élevées de phosphore, alors qu'une consommation faible de Ca donne des valeurs basses

de Ca et Mg. Il a été démontré que les chevaux nourris à l'avoine seule (sous forme de foin ou en grains), de son de blé ou de foin ont un Ca sérique faible et P sérique élevé.

Il faut également se rappeler que les valeurs altérées de Ca dépendent également de la prise d'autres minéraux tels que le Mg [2].

L'exercice physique engendre des changements remarquables dans l'équilibre interne de plusieurs substances tels que le glycogène, la graisse et même le calcium. La chute du Ca ionisé, en réponse à une sécrétion de l'hormone parathyroïde (HPT) est un exemple concret [3]. Cette hypothèse s'applique parfaitement à notre étude car les chevaux ne sont pas bien rationnés et fournissent un effort intense deux fois par semaines.

Tableau 1 : Variation saisonnière de la calcémie (mg/l)

Saison	Pur-sang (moyenne $\pm$ σ) (mg/l)		Valeurs usuelles
	anglais	arabe	
Hiver	102,00 $\pm$ 10,18	98,55 $\pm$ 15,15	114,3 $\pm$ 10,89 mg/l (18)
Printemps	108,70 $\pm$ 06,17	102,45 $\pm$ 17,08	112 – 134 mg/l (19) 96 - 144 mg/l (20)
Été	100,17 $\pm$ 11,08	100,45 $\pm$ 08,52	104 – 134 mg/l (21)
Automne	103,56 $\pm$ 04,39	101,70 $\pm$ 05,19	

Tableau 2 : Variation saisonnière de la phosphatémie (mg/l)

saison	Pur-sang (moyenne $\pm$ σ) (mg/l)		Valeurs usuelles
	anglais	arabe	
Hiver	38,55 $\pm$ 12,23	41,00 $\pm$ 11,83	40-70 mg/l (22)
Printemps	31,10 $\pm$ 05,61	26,91 $\pm$ 06,50	33,9 $\pm$ 7,72 mg/l (18)
Été	34,17 $\pm$ 05,97	32,36 $\pm$ 09,73	23 – 54 mg/l (21)
Automne	29,11 $\pm$ 04,62	26,90 $\pm$ 05,49	

Variations saisonnières de la magnésémie

Le calcium le phosphore et le magnésium sont très importants dans la formation et la croissance de l'os.

Il est bien établi que pour estimer le Ca et le Mg, les prélèvements doivent être effectués 4 –heures après la prise de nourriture durant un jour de repos [4].

Les valeurs du Mg sérique sont supérieures aux valeurs de référence (10 – 15 mg/l). Les chevaux ont une grande tolérance à l'excès de Mg dans la ration [5].

Des études ont démontré que l'exercice physique n'a d'effet significatif ($P < 0,05$) que sur les protéines totales et le chlore, alors que le magnésium reste sans grandes variations sous un climat froid et sec [6]. Donc les chevaux utilisés de cette étude présentent une magnésémie acceptable.

Tableau 3 : Variation saisonnière de la magnésémie (mg/l)

Saison	Pur-sang (moyenne $\pm$ σ) (mg/l)		Valeurs usuelles
	anglais	arabe	
Hiver	20,82 $\pm$ 2,23	22,18 $\pm$ 3,57	19,6 $\pm$ 4,75 mg/l (18)
Printemps	21,00 $\pm$ 2,67	20,82 $\pm$ 2,82	15 – 20 mg/l (20), (22)
Été	21,25 $\pm$ 3,17	22,18 $\pm$ 2,99	12,5 – 37,5 mg/l (20)
Automne	19,00 $\pm$,54	18,90 $\pm$ 1,91	18 – 27 mg/l (21)

Variations saisonnières de la natrémie

Les changements de l'état acido-basique, de l'équilibre hydrique et électrolytique qui surviennent chez le cheval de course ont été bien décrits dans la littérature [7].

Les courses hippiques représentent une industrie très large et économiquement importante.

Quoi que plusieurs études aient examiné les altérations du statut acide-base et électrolytique des chevaux de course durant des exercices physiques contrôlés utilisant des "treadmills", les altérations du pH, le statut liquidien et électrolytique n'ont pas été étudiés sur les pistes de courses.

L'évolution saisonnière du Na chez les chevaux de course pur-sang arabe et pur-sang anglais montre qu'il n'y pas une différence significative dans la concentration plasmatique du Na dans les deux races durant toute l'année sauf pour le printemps où on remarque que la natrémie des chevaux de la race pur-

sang anglais est inférieure à celle des chevaux de race pur-sang arabe.

On remarque que la concentration plasmatique du Na augmente légèrement durant le printemps et l'automne et diminue en hiver et en été.

Le sodium et le chlore plasmatique tendent à augmenter durant l'exercice [8]. Donc cette augmentation observée durant l'automne pourrait être imputable à la reprise de courses après la phase de repos estivale. A long terme, après une ou deux semaines d'exercice physique chez le cheval, une fois le sodium plasmatique a augmenté, la concentration d'arginine – vasopressine et d'aldostérone sont identiques aux valeurs témoins. Donc, chez le cheval, il apparaît qu'il y a une adaptation initiale rapide à l'exercice physique. Dans notre étude, les prélèvements d'automne ont été réalisés juste après la reprise des courses [9].

Les anomalies de circulation du sodium sérique sont communément observées en association avec l'exercice dans les climats chauds, la transpiration, les erreurs de rationnement et la provision en eau, les thérapies liquidiennes par voie intraveineuse et l'utilisation des diurétiques, dans les maladies des tractus digestif et urinaire [10].

Ce ci pourrait expliquer l'augmentation de la concentration sérique du sodium en automne à cause du climat chaud qui règne dans la région durant cette saison. Ajouté à cela la probable médication avec des solutions électrolytiques par voie intraveineuse ou des erreurs de rationnement.

Tableau 4 : Variation saisonnière de la natrémie (mmol/l)

saison	Pur-sang (moyenne $\pm$ σ) (mg/l)		Valeurs usuelles
	anglais	arabe	
Hiver	130,55 $\pm$ 10,05	132,00 $\pm$ 08,09	139 $\pm$ 3 mmol/l (23)
Printemps	137,00 $\pm$ 09,64	148,64 $\pm$ 09,34	126 – 158 mmol/l (20)
Eté	140,25 $\pm$ 14,87	138,64 $\pm$ 12,47	132 – 144 mmol/l (24)
Automne	154,89 $\pm$ 20,75	142,30 $\pm$ 16,33	132,7 – 133,73 (25)

Variations saisonnières de la kaliémie

Le potassium est le cation intracellulaire majeur et joue un rôle capital pour plusieurs réactions dans la cellule. Il est également le déterminant osmotique majeur du liquide intracellulaire.

La quantité de potassium dans le liquide extracellulaire (estimée par la concentration sérique du potassium) représente moins de 2% du contenu total en potassium du corps [11].

Les résultats obtenus montre que dans les deux races de chevaux, les valeurs du potassium sérique suivent la même tendance, sans différence significative, sauf que aussi en printemps ($P < 0,01$). Il faut également souligner que les valeurs du potassium sérique oscillent dans la fourchette de référence (2,90 – 4,50 mEq/l) selon Cohen, Russel, Lumsden, Cohen, Grift et Lewis (1993) [12].

Une légère augmentation du potassium sérique vers les valeurs maximales de la fourchette a été observée en hiver et en automne chez les pur-sang anglais et au printemps chez les pur sang arabes. Cette pseudohyperkaliémie pourrait être due au mouvement du potassium dans le sérum à partir des érythrocytes car le sérum n'a pas été séparé rapidement après le prélèvement [13].

Tableau 5 : Variation saisonnière de la kaliémie (mmol/l)

saison	Pur-sang (moyenne $\pm$ σ) (mg/l)		Valeurs usuelles (mmol/l)
	anglais	arabe	
Hiver	4,19 $\pm$ 0,52	3,96 $\pm$ 0,80	3,9 $\pm$ 0,5 (26)
Printemps	3,86 $\pm$ 0,63	4,36 $\pm$ 0,70*	2,6 – 6,2 (20)
Eté	3,71 $\pm$ 0,76	3,82 $\pm$ 0,55	2,9 – 4,5 (24)
Automne	4,24 $\pm$ 0,53	3,86 $\pm$ 0,77	3,74 – 4,84 (25)

Variations saisonnières du chlore sérique

Toutes les valeurs du chlore sériques, dans les deux races de chevaux sont supérieures aux valeurs de référence (96,0 – 102,0 mEq/l) selon Cohen, Russel, Lumsden, Cohen, Grift et Lewis (1993) [12].

Le sodium, le chlore et le potassium sont qualifiés d'électrolytes forts car ils sont complètement dissociés dans l'eau corporelle totale. Le chlore et le sodium sont les ions forts du compartiment extracellulaire et la différence entre leurs concentrations plasmatiques peut être utilisée pour estimer la différence entre les ions forts (DIF). La DIF représente l'un des déterminants (non respiratoires) de la concentration de l'ion hydrogène (et la concentration de bicarbonate) dans le corps.

Nos résultats sont en contradiction avec ceux de Cohen, Russel, Lumsden, Cohen, Grift et Lewis (1993) [12]. Ces auteurs ont montré qu'il y a une diminution du chlore sanguin. Cette différence pourrait être due aux protocoles de travail. Ces auteurs ont effectué leurs prélèvements juste après la fin de la course, alors que dans le notre, les prélèvements ont été réalisés 1 ou 2 jours après la course. Il est bien établi que la transpiration provoque une perte d'eau et d'électrolyte (le Chlore en particulier) [14].

La restauration des liquides corporels après exercice chez les athlètes humains et équins est plus rapide plus complète quand des solutions de réhydratation contenant des électrolytes sont, utilisées au lieu de l'eau pure [15], [16]. Au niveau du champ de course d'Eulma, la majorité des entraîneurs utilisent cette thérapie qui pourrait expliquer cette légère augmentation du chlore plasmatique chez la majorité des chevaux étudiés.

Tableau 6 : Variation saisonnière du chlore sérique (mmol/l)

saison	Pur-sang (moyenne $\pm$ σ) (mg/l)		Valeurs usuelles (mmol/l)
	anglais	arabe	
Hiver	105,64 $\pm$ 07,31	106,27 $\pm$ 6,93	95 – 120 (20)
Printemps	109,10 $\pm$ 05,00	115,91 $\pm$ 6,52	104 $\pm$ 2,6 (27)
Été	110,17 $\pm$ 09,66	110,09 $\pm$ 8,15	96 – 104 (24)
Automne	118,22 $\pm$ 17,80	108,70 $\pm$ 13,51	95,80 – 99,50 (25)

Variations saisonnières du Fer sérique

Les valeurs du fer sérique sont supérieures aux valeurs de référence. Ce ci serait due à l'utilisation abusive des complexes vitaminés et plus particulièrement de la vitamine B12 (Methio- B12) par les entraîneurs.

Certaines études ont montré qu'une supplémentation exagérée en fer affecte le métabolisme du cuivre et du zinc [17].

L'excès du Fe est stocké dans divers tissus spécialement dans le foie. Les chevaux peuvent souffrir de l'excès de fer par des dépressions, de la déshydratation, de la diarrhée, de l'insuffisance hépatique et même peuvent mourir.

Il à été, également, prouvé que l'excès de fer expose le cheval à des infections bactériennes.

Tous les microorganismes nécessitent le fer pour leur multiplication et les bactéries se multiplient plus intensément quand le fer est présent en excès.

Les corticostéroïdes sont une source de Fe qui est une raison pour ces drogues d'augmenter la sensibilité du cheval aux infections bactériennes [5].

Tableau 7 : Variation saisonnière du Fer sérique ($\mu\text{g/dl}$)

saison	Pur-sang (moyenne $\pm$ σ) (mg/l)		Valeurs usuelles
	anglais	arabe	
Hiver	142,82 $\pm$ 47,17	154,09 $\pm$ 28,10	80 – 140 $\mu\text{g/dl}$ (28)
Printemps	129,20 $\pm$ 24,03	141,09 $\pm$ 15,44	
Été	136,42 $\pm$ 32,84	143,18 $\pm$ 36,00	
Automne	121,78 $\pm$ 22,59	124,80 $\pm$ 24,71	

CONCLUSION

Les carences et les excès en éléments organiques et inorganiques continuent de causer des maladies chroniques ou de réduire la productivité des animaux de rente. Dans certains cas, ces déséquilibres traduisent des défauts dans la composition de la ration alimentaire ou des déficits des sols en certains éléments sur lesquels sont élevés ces animaux. Dans d'autres cas, ils traduisent un échec de reconnaissance et d'anticipation des demandes accrues en éléments organiques et inorganiques des animaux de rente, chez lesquels le potentiel génétique a été fortement exploité par les systèmes d'élevage intensif.

Cette étude, réalisée sur des chevaux de deux races (pur-sang anglais et pur-sang arabe) dans le champ de course de Bazer-Sakra (El-Eulma) laisse apparaître des différences très nettes entre les saisons et à un degré moindre entre les deux races.

Les valeurs du calcium et du phosphore sériques sont inférieures aux valeurs de référence, ainsi que les chevaux de la race pur-sang arabe présentent une carence en phosphore pendant le printemps par rapport aux chevaux de la race pur-sang anglais.

Pour les deux races, les valeurs du Mg sérique sont supérieures aux valeurs de référence durant toute l'année.

Au cours du printemps, les chevaux de la race pur-sang arabe présentent des valeurs élevées en sodium, potassium et en chlore par rapport aux chevaux de la race pur-sang anglais. L'ensemble des chevaux,

présentent des valeurs très élevées en fer, en outre les valeurs des chevaux de la race pur-sang arabe, sont supérieures à celle des chevaux de la race pur-sang anglais surtout en printemps, en hiver et en été.

Des corrections de la ration peuvent débuter en premier lieu par l'apport des éléments minéraux carencés dans les deux races dans la région d'Eulma et extrapolés aux autres régions du pays. La supplémentation en calcium et en phosphore, est nécessaire pour éviter l'hypocalcémie et les problèmes osseux.

La proposition d'un réhydratant contenant les électrolytes forts (le sodium, le potassium et le chlore) surtout pendant les temps chauds, pour éviter les cas de déshydratation, en raison de la forte élimination de ces derniers dans, la sueur est fortement ressentie.

Remerciement

Les auteurs tiennent à remercier vivement le Pr. C. Benlatreche et le Dr. Boukrouse des Laboratoires Centraux de Biochimie de CHU et de Constantine et de Batna, pour les analyses biochimiques réalisées à leur niveau. Les propriétaires et les responsables du champ de course de Bazer-Sakra (El-Eulma) sont vivement remerciés pour avoir mis leurs chevaux à notre disposition pour effectuer les prélèvements durant les quatre saisons.

REFERENCES

- [1]- Fortier, G.; Bermann, F.; Couroucé, A. Approche hématologique et biochimique dans le suivi médico-sportif du cheval athlète : intérêt et limites. 2- Bilan à l'exercice et à l'entraînement. *Prat. Vet. Equine.*, **32** (numéro spécial) (2000), 343 – 348.
- [2]- Gray, J.; Harris, P. ; Snow, D. ; Preliminary investigations into the calcium magnesium status of the horse. In: «Animal Clinical Biochemistry-The future» Blackmore, D.J. Cambridge University Press, Cambridge (1988), 307 – 317.
- [3]- Vervuert, I.; Coenen, M.; Wedemeyer, U.; Chrobok, C.; Harmeyer, J.; Sporleder, H.P. Calcium homeostasis and intact plasma parathyroid hormone during exercise and training in young standardbred horses. *Equine Vet. J.* **32** (2002), 808 – 813.
- [4]- Meyer, J.; Heilmann, M.; Perez, H.; Gomda, Y.; Investigations on the post prandial renal Ca-P and Mg-excretion in resting and exercising horses. Proceedings of 11th equine Nutr. Physiol. Symp. Oklahoma (1989), 133 – 138.
- [5]- Briggs, K. Nutrition, Amazing minerals. <http://www.thehorse.com/0398/nutrition.html>. (1998).
- [6]- Harris, P.A.; Marlin, D.J.; Scott, C.M.; Harris, R.C.; Mills, P.C.; Michell, A.R.; Orme, C.E.; Roberts, C.A.; Schroter, R.C.; Marr, C.M. Electrolyte and total protein changes in non heat acclimated horses performing treadmill exercise in cool (20 degrees C/40% RH), hot, dry (30 degrees C 40% RH) or hot, humid (30 degrees C/80% RH) conditions. *Equine Vet. J.* **20** (1995), 85 – 95.
- [7]- Carlson, J.P. Hematology and body fluids in the equine athlete: a review In: «Equine Exercise Physiology 2» Gillespie, J.R. and Robinson, N.R. ICEEP Publications, Davis California (1987), 393 – 425.
- [8]- McKeever, K.H.; Scali, R.; Geiser, S.; Agan, S.; Guirnalda, P.D.; Kearns, C.F.; Dinock, A.N. Training-induced alteration in renal function in horses (Abstract). *Med. Sci. Sports Exerc.* **31** (suppl) (1999), 323.
- [9]- Freund, B.J.; Wade, C.E.; Claybough, J.R. Effects of exercise on atrial natriuretic factor release mechanism and implications for fluid homeostasis. *Sports Med.* **6** (1988), 365 – 376.
- [10]- Johnson, P.J. Electrolyte and acid-base disturbances in the horse. *Veterinary Clinics of North America*. Saunders, W.B. Company. Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo. **11** (1995), 491 – 514.
- [11]- Johnson, P.J.; Goetz, T.E.; Foreman, J.H. Effect of the whole-body potassium depletion on plasma, erythrocyte and middle gluteal muscle potassium concentration of healthy adult horses. *Am. J. Vet. Res.* **52**(1991), 1676 – 1683.
- [12]- Cohen, N.D.; Russel, A.J.; Lumsden, J.H.; Cohen, A.C.; Grift, E.; Lewis, C. Alterations of fluid and electrolyte balance in thoroughbred race horses following strenuous exercise during training. *Can. J. Vet. Res.* **57** (1993), 9 – 13.
- [13]- Johnson, P.J. Physiology of body fluids in the horse. *Veterinary Clinics of North America*. Saunders, W.B. Company. Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo. **14** (1998), 1 – 22.
- [14]- Butudom, P.; Barnes, D.J.; Davis, M.W.; Nielsen, B.D.; Eberhart S.W.; Schott, H.C. Rehydration fluid temperature affects voluntary drinking in horses dehydrated by furosemide administration and endurance exercise. *The Veterinary Journal.* **167** (2004), 72 – 80.
- [15]- Maughan, R.J.; Shirreffs, S.M. Recovery from prolonged exercise: restoration of water and electrolyte balance. *Journal of Sport Science.* **15** (1994), 297 – 303.

- [16]- Shirreffs, S.M.; Taylor, A.S.; Leiper, J.B.; Maughan, R.J. Post-exercise rehydration in man: effect of volume consumed and drink sodium content. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. **28** (1996), 1260 – 1271.
- [17]- Lawrence, L.A. The use of non-invasive technique to estimate bone mineral content and bone strength in the horse. M.S. Thesis. University of Florida. Gainesville. U.S.A. (1986).
- [18]- Bost, J.; Fontaine, M.; Jean-Blain M.; Lapras, M.; Magat, A. Evaluations de certains constituants de sang chez des chevaux cliniquement normaux. *Ann. Rech. Vet.* **1** (1970), 63 – 91.
- [19]- Gautter, A. Les examens de laboratoire en pratique vétérinaire. Science Agricole Editeurs (1979), 151 pp.
- [20]- Fontaine, M.; Cadore, J.L. Vade-mecum du vétérinaire. 14^{ème} Edition. Editions Vigôt Frères, France (1995), 1672 pp.
- [21]- Susan, E.; Aiello, B.S. Le manuel vétérinaire merck. 8^{ème} édition. Editions Merck & CO., INC. Whitehouse Station, N.J., U.S.A. (2002), 2297 p.
- [22]- Barrey, E. Manuel pratique – Maladies des chevaux. Editions France Agricole (1994), 279 pp.
- [23]- Rico, A.G.; Braun, J.P.; Benard, P.; Bardites, J.; Thouvenot, J.P.; Periquet, B.; Plantavid, M. Biochimie sérique du poney. *Ann. Vet.* **9** (1978), 393 – 399.
- [24]- Henry, R.S.; Carlson, P.C. How to use the routine serum biochemical profile to understand and interpret acid-base disorders in the horse. American Association of Equine Practitioners. Proceedings. **47** (2001), 257 – 261.
- [25]- Taylor, L.E.; Ferrante, P.L.; Kronfeld, D.S.; Meacham, T.N. Acide-base variables during incremental exercise in sprint-trained horses fed a high fat diet *J. Anim. Sci.*, **73** (1995), 2009 – 2018.
- [26]- Sylvie, M.; Marie-José, S.; Etienne, B.; Francois, G.; Paul, D. Valeurs usuelles en biochimie clinique vétérinaire. Polycopié, Laboratoire de biochimie. ENV Lyon, France. (1982), 63 pp.
- [27]- Tasker, J.B. Fluids and electrolytes studies in the horse: blood values in 100 normal horses. *Cornell. Vet.* **16** (1966), 67 – 75.
- [28]- Kraft, W.U.; Dürr, U.M. Kompendium der klinischen. Laboratoriumsdiagnostik bei Hund, Katze, Pferd. Verlag M&H Scharper, Hannover **37** (1981), 127 – 131.

