

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abd El Hamid Ibn Badis – Mostaganem



Faculté des Sciences de la nature et de la vie

Département d'Agronomie

Laboratoire de physiologie animale appliquée

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de

Master II En sciences agronomiques

Spécialité : Génétique et Reproduction animale.

THEME :

*Evaluation des variations hématologiques chez le
cheval d'endurance*

Présenté par :BelaliaZaki Ahmed Cherif

Devant le jury :

Présidente : Mme Soltani F MAITRE DE CONFERENCES "CLASS A"

Reporteur : Mme Fassih A MAITRE DE CONFERENCES "CLASS A"

Examineur I : Mme Yahaoui H MAITRE DE CONFERENCES "CLASS B"

Année Universitaire : 2019- 2020

Remerciements

Au nom de dieu le tout puissant le miséricordieux

Je tiens a remercier toutes les personnes qui depuis ma naissances ont œuvré a ce que ce jour soit une réussite, toute ma famille surtout mes parents que je désire honorer par ce travail.

je remercie mon encadreur, Mme Fassih pour son encadrement.

et Mme Mira. Chikhaoui et pour sa patient et son aide ainsi que pour son enseignement durant ces 3ans. Aussi je remercie Mdm Fdhila Rahai de m'avoir ouvert les portes du laboratoire de biochimie médicale (Institut des sciences vétérinaires Tiaret) elle a toujours été une maman pour nous plus qu'une enseignante.

je remercie l'institut des sciences vétérinaires de Tiaret, ce travail n'aurait pas pu être réalisé sans cette structure pédagogique.

Je remercie la Fédération Equestre Algérienne(FEA) de m'avoir permis d'effectuer ce travail, toute la famille d'endurance équestre algérienne (staff technique, l'équipe vétérinaire : Dr.AhmedBouakkaz, Dr,LouisaMokrani, Dr.Meraimi Oussama et tous les cavaliers, entraîneurs et propriétaires de chevaux d'endurance)

Tous mes enseignants que je ne pourrais citer en noms.

Ma famille du plus grand au plus petits, et en dernier lieu mes amis de m'avoir donné le courage et la volonté de réaliser ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail

A

Mes parents, qui m'ont toujours encouragé avec beaucoup d'amour et d'affection.

Mon frère Anis je lui souhaite dans sa vie universitaire et professionnelle au futur.

A la mémoire de mes grands parents décédés que dieu les accueille dans son vaste paradis.

A mes grands parents Mima et Papa Naceur qui m'ont éduqué et élevé depuis tout petit.

A ma famille Adoptive (la famille Nasri) Abdelkrime et sa femme que nul mot ne pourrait décrire leur bonté et leur générosité je leur souhaite une vie paisible avec plein de bonnes choses

A mes frères et sœurs adoptifs (Alilou, Fedwa, Sonia et Yassine) beaucoup de réussite et de succès que dieu vous préserve.

Sommaire

Dédicaces

Résumé

Introduction

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1

L'ENDURANCE SPORT EQUESTRE

Deux critères de jugement : vitesse et condition du cheval.

Critère numéro un de l'endurance : respect de la santé du cheval dans la compétition.
.....

Les chevaux d'endurance équestre

L'endurance en Algérie :

C.L'HEMATOLOGIE CHEZ LES EQUIDES

1.La lignée rouge

2.Les plaquettes

3.La lignée blanche

Monocytes (Mono).....

PARTIE EXPERIMENTALE

Matériel et méthode :

Matériels

Résultats

Discussion.....

CONCLUSION.....

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Liste des figures

Figure 01: refroidissement des chevaux.

Figure 02: Les contrôles vétérinaires lors d'une course d'endurance équestre

Figure03 : Le cavalier Safi Youcef sur sa Olivia lors du championnats mondiaux d'endurance 2019Italie

Figure 04 : Tube EDTA

Figure 05 : Automate D'Hématologie

Figure 06 : lamelles après coloration

Liste des tableaux : Tableau des résultats.

Résumé :

Cette recherche présente la première étude menée en Algérie pour déterminer les paramètres hématologiques et biochimiques avant et l'après une course de 90Km chez des chevaux d'endurance, on retrouvera des chevaux éliminés et d'autres qui ont terminé la course.

Cette étude a été menée sur 15 chevaux d'endurance (10 chevaux Arabes, 4 Arabes Barbes et 1 Cheval Barbe). 9 chevaux ont terminé la course d'endurance, tandis que les 6 autres ont été éliminés et n'ont pas terminé la course pour des raisons diverses.

Des échantillons de sang ont été prélevés sur chaque cheval avant et après la fin de la course.

Le sang total des échantillons ont été utilisés pour mesurer les paramètres hémato-biochimiques.

Nos résultats ont montré pour le groupe qui a terminé avec succès la course une augmentation significative des paramètres hématologiques (RBC, Hb, Ht et MCV) la numération leucocytaire totale, les neutrophyles et les plaquettes, les lymphocytes et les éosinophyles ont montré une diminution significative tandis que les paramètres biochimiques sériques ont montré une augmentation significative de Ca, triglycéride, urée, acide urique, AST et CK et une diminution de Mg, chol, glucetGgt.

L'étude a montré que pour les chevaux éliminés, il y avait des changements significatifs dans les valeurs du total de numération leucocytaire, lymphocytes, neutrophyles, Hb et Ht par rapport aux chevaux de bonne performance. Les paramètres biochimiques ont montré une augmentation significative des triglycérides, U-A, AST et CK, et une diminution significative de Ca, Mg, CHOL et Ggt.

Les deux groupes (GP et PP) avant la course ont montré une différence significative pour la plupart des paramètres hémato-biochimiques ainsi, des études complémentaires avaient été nécessaires afin de mettre en évidence d'éventuelles paramètres révélant la capacité d'un cheval à terminer une course

المخلص

يقدم هذا البحث أول دراسة أجريت في الجزائر لتحديد العوامل الدموية والكيميائية الحيوية قبل وبعد سباق 90 كم في خيول التحمل، سجد خيولاً تم إقصاؤها وآخرون أنهوا السباق

أجريت هذه الدراسة على 15 خيل قدرة (10 خيول عربية، 4 بربر عربي و 1 حصان باربي). (9 خيول أكملوا سباق التحمل، فيما تم إقصاء 6 خيول ولم ينهوا السباق لأسباب مختلفة

تم أخذ عينات الدم من كل حصان قبل وبعد انتهاء السباق

تم استخدام عينات الدم الكامل لقياس المعلمات البيوكيميائية في الدم

أظهرت نتائجنا بالنسبة للمجموعة التي أكملت السباق بنجاح زيادة معنوية في المعلمات الدموية (Ht ، Hb ، RBC و MCV) إجمالي عدد كريات الدم البيضاء ، العدلات والصفائح الدموية ، الخلايا الليمفاوية والحمضيات أظهرت انخفاضاً معنوياً. أظهرت المؤشرات البيوكيميائية في المصل زيادة معنوية في الكالسيوم ، والدهون الثلاثية ، واليوريا ، وحمض البوليك ، و AST ، و CK وانخفاض في المغنيسيوم ، والكول ، والجلوس Ggt.

أظهرت الدراسة أنه بالنسبة للخيل التي تم استبعادها ، كانت هناك تغيرات معنوية في قيم إجمالي عدد خلايا الدم البيضاء ، الخلايا الليمفاوية ، العدلات ، الهيموغلوبين ، والهيموجلوبين عند تناول الخيل. أظهرت المعلمات البيوكيميائية في المصل زيادة معنوية في الدهون الثلاثية ، AST ، U-A ، و CK وانخفاض معنوي في Ca ، Mg ، CHOL ، و Ggt. أظهرت المجموعتان (GP و PP) قبل السباق اختلافاً كبيراً في معظم المعلمات الكيميائية الحيوية للدم ، وبالتالي ، كان من الضروري إجراء دراسات إضافية من أجل تسليط الضوء على أي معلمات تكشف عن قدرة الحصان على إنهاء السباق.

سباق

Abstract :

This research presents the first study conducted in Algeria to determine the hematological and biochemical parameters before and after a 90Km race in endurance horses, we will find horses eliminated and others who finished the race.

This study was carried out on 15 endurance horses (10 Arabian horses, 4 Arabian barbs and 1 Barbe horse). 9 horses completed the endurance race, while the other 6 were eliminated and did not finish the race for various reasons.

Blood samples were taken from each horse before and after the end of the race.

Whole blood samples were used to measure blood-biochemical parameters.

Our results showed for the group who successfully completed the race a significant increase in hematological parameters (RBC, Hb, Ht and MCV) total leukocyte count, neutrophils and platelets, lymphocytes and eosinophyls showed a significant decrease while that serum biochemical parameters showed a significant increase in Ca, triglyceride, urea, uric acid, AST and CK and a decrease in Mg, chol, glucetGgt.

The study showed that for the horses eliminated, there were significant changes in the values of the total white blood cell count, lymphocytes, neutrophils, Hb and Ht per intake in performing horses. Serum biochemical parameters showed a significant increase in triglycerides, U-A, AST and CK, and a significant decrease in Ca, Mg, CHOL and Ggt.

The two groups (GP and PP) before the race showed a significant difference for most of the blood-biochemical parameters thus, additional studies had been necessary in order to highlight any parameters revealing the ability of a horse to finish a race.

Introduction

Depuis sa création sur la terre l'homme a toujours été confronté bien obligé parfois à son environnement et la nature qui l'entoure les animaux trouvent leur place dans ce cycle de vie parfois entre prédateurs et proies.

Mais au fil du temps une autre relation c'est créée. L'homme a commencé à apprivoiser ces animaux en les rendant plus dociles, ce qui a un peu changé ce cycle biologique, dès lors une relation a vu le jour une grande relation de complicité, d'amour, de confiance et de loyauté... en effet le cheval est l'un des animaux qui sont devenus très proches de l'humain, collègue de travail dans les labours, et dans le rassemblement des troupeaux utilisé aussi dans la chasse, ou bien encore compagnon d'armes et guerrier.

De nos jours le cheval garde toujours sa place unique à côté de l'homme même si son rôle a changé depuis le temps ; animal de beauté ou d'exhibition, thérapeute notamment avec l'équithérapie, mais encore athlète dans les courses hippiques, sports équestres (saut d'obstacle, dressage, ou encore endurance).

Ce travail fait l'objet d'un article in-review

Objectif de notre travail :

- Comparer les paramètres hématologiques avant et après l'effort.
- Rechercher des pré-indicateurs de performance ou de contre performances.
- Dépistage des parasites sanguins ou de troubles ou maladies éventuels.

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1

L'ENDURANCE SPORT EQUESTRE

L'endurance c'est la discipline qui a la quelle s'intéresse notre travail rappelons que l'endurance est une discipline qui a vu sa naissance a partir des utilisations anciennes du cheval en effet pendant les parties de chasse ou durant les guerres les chevaux étaient mis a rude épreuves on cherchait toujours des chevaux robustes et endurants mais aussi rapides et courageux car L'endurance, c'est aller d'un point à un autre pour conquérir au début du XXème siècle, on voyait encore ce genre de tests et l'histoire a retenu, entre autres, l'inexcusable raid Bruxelles - Ostende qui eut lieu en 1902 sur 132 Kms et fut « gagné » à une moyenne de 19 km/h. Là s'écrivirent des pages souvent cruelles de l'histoire commune de l'Homme et du Cheval L'origine mythique en serait alors les services postaux d'Europe ou d'Amérique. Le fameux Pony Express qui, aux USA, reliait l'état du Missouri à San Francisco fait encore partie de la mémoire collective. Il y a aussi les exploits oubliés de la poste anglaise ou bien ceux de son alter ego polonais pour ne citer qu'elles.

De nos jours L'endurance équestre est une des six disciplines équestres mondiales agréées par la Fédération Équestre Internationale elle est régit par des lois et des règles que les cavaliers, entraîneurs et organisateurs doivent respecter, le bien être de l'animal est mis en avant celui-ci est soumis a des contrôles réguliers(avant, pendant et après la course) par des vétérinaires juges pour examiner sa bonne santé et ses capacités a poursuivre son parcours.

L'endurance équestre, c'est partir, sur tous terrains, pour 20, 40, 60, 90 km ou même jusqu'à 160 km en maintenant une vitesse de 12, 15, 17, 19 km/h tout en respectant son cheval. Il faut gérer son effort et jouer le jeu dans la compétition.

L'endurance équestre pratiquée individuellement ou en équipe est caractérisée par des épreuves d'extérieur courues à vitesse imposée ou libre sur un itinéraire balisé avec des examens vétérinaires, validant la capacité du poney / cheval à parcourir de longues distances.

Deux critères de jugement : vitesse et condition du cheval.

Le cheval est parfaitement entraîné pour terminer en bonne condition physique et le cavalier, homme de cheval accompli, doit donner à sa monture la résistance nécessaire et gérer son potentiel.

Qui dit "endurance" dit "effort de longue durée" et sous-entend également une idée de "compétition" mais qui se pratique à deux : un cavalier et un cheval.

Cette pratique sportive est en fait une course de fond à cheval : le cavalier doit parcourir un long circuit dans la nature, sur des chemins balisés, avec une monture (cheval ou poney) dont la forme est surveillée tout au long de la compétition et à l'arrivée, sous peine d'élimination.

C'est tout un entraînement pour y arriver. Ce n'est pas en un jour que chevaux et cavaliers deviennent capables de telles performances. Il faudra aux uns comme aux autres des années d'entraînement pour y arriver vraiment et sans inutile danger.

On commence par 20 ou 30 Km à vitesse limitée (entre 10 et 12 km/h obligatoirement) pour apprendre qu'arriver vite n'est pas forcément arriver bien. Le niveau de fatigue du cheval est usuellement déterminé par la hauteur de son rythme cardiaque.

Une formule a été mise au point avec le temps pour intégrer à la fois cette notion de vitesse et celle de fatigue. Il en résulte des points, le gagnant étant celui qui en obtient le plus.



Figure01: refroidissement des chevaux.

Celui qui gagne n'est donc pas nécessairement celui qui est arrivé le plus vite (dans la limite de vitesse imposée), mais celui qui est allé le plus vite en fatiguant le moins son cheval.

Ainsi commence-t-on à comprendre les tenants fondamentaux de l'endurance : rapidité et respect du cheval.

À la fin d'une épreuve, si le cavalier a respecté la vitesse imposée et le cheval a passé le contrôle vétérinaire avec satisfaction, cavalier et cheval sont qualifiés pour participer à l'épreuve de niveau supérieur.

On accède ainsi aux épreuves de 40, puis de 60 Km (avec vitesse limitée entre 12 et 15 km/h), puis, on pourra alors s'inscrire à sa « première nationale » sur 90 km (Nationale 1 étoile) avec vitesse non limitée. C'est l'accès à un monde nouveau où le cavalier devient complètement responsable de sa vitesse.

Après au moins deux classements en Nationale 1 étoile, l'accès aux concours de 120 Km est ouvert. C'est une nouvelle étape qui, en cas de classement, permet d'accéder aux compétitions de 160 ou même 200 km.

Tout au long de cette progression, les cavaliers apprennent à connaître leurs chevaux et les dangers de la course. Ils apprennent à se connaître aussi dans le respect omniprésent de leur monture.



Figure 02: Les contrôles vétérinaires lors d'une course d'endurance équestre

Quel que soit le niveau de compétition, les chevaux sont arrêtés tous les 20 à 30 km. Là, un contrôle vétérinaire aussi complet que possible a lieu. Le rythme cardiaque du cheval est pris et ne doit pas dépasser des valeurs fixées par le règlement.

Sur les compétitions à vitesse non limitée (dite libre), lorsque le cavalier passe les lignes d'arrivée des étapes intermédiaires, le temps de course n'est pas arrêté. Il ne le sera qu'à l'entrée de l'aire de contrôle vétérinaire (appelée « vet-gate »).

Critère numéro un de l'endurance : respect de la santé du cheval dans la compétition.

Pour ce faire, un temps limité est imposé. Le contrôle vétérinaire est un examen approfondi de l'état de santé du cheval. Il se termine par un contrôle des allures. Tout cheval présentant des faiblesses ou une fatigue prononcée est arrêté et le cavalier non classé.

Si le cheval va bien, une période de repos obligatoire de 40 à 50 minutes est observée avant le départ de l'étape suivante.

Cette période est notamment mise à profit pour restaurer le cheval. Sur les épreuves à vitesse non limitée, des examens complémentaires ont lieu avant la dernière étape (et, en cas de doute, au départ de toute autre, selon besoin). C'est alors seulement que le concurrent est autorisé à repartir.

Les chevaux d'endurance équestre

Les chevaux peuvent commencer à 4 ans sur les petites épreuves et n'ont accès à la longue distance qu'à partir de 6 ans.

Si les règles de la compétition sont codifiées de façons de plus en plus strictes partout dans le monde - et notamment en ce qui concerne la santé du cheval et les aspects vétérinaires - il reste une large place pour l'empirisme et l'appréciation personnelle en matière d'entraînement de la part du cavalier.

Parmi les chevaux qui réussissent au plus haut niveau, il n'y a pas un modèle, ni un type d'origine caractéristiques du cheval d'endurance.

Cependant on peut dégager des points communs à la plupart, qui ne correspondent pas forcément aux canons de beauté : dos un peu long, rein assez long et peu musclé, tour de taille fin (mais ni levretté ni maigre) et peu musclé, déplacement des membres bien dans l'axe de la marche (pas de billardage).

Les races les plus utilisées pour les courses d'endurances sont les pur-sang arabes, les croisements d'arabes et le shagya.

En ce qui concerne le sexe, statistiquement les hongres et les juments se classent à peu près aussi bien (en proportion du nombre de partants), alors que les chevaux entiers se classent moins, sans doute parce qu'ils dilapident leur énergie pour des motifs étrangers à la course.

Le comportement des cracks est caractéristique : ils abordent la course dans la décontraction, à les observer à la présentation on pourrait même croire à de la mollesse. Les chevaux "speedés" dispersent leur énergie inutilement.

Il ne faut pas rechercher de belles allures selon les critères classiques. Un galop trop rassemblé, trop rond, trop sauté représente une dépense d'énergie inutile qui se paiera vite. De même un trot avec de l'action use les articulations inutilement.

Les bonnes allures d'endurance sont horizontales, décontractées et à cadence lente.

Au point de vue cardiaque, les chevaux performants ont une bonne récupération, et certains chevaux ont des dispositions naturelles, mais il s'agit essentiellement d'une question de travail et on ne peut pas donner de critère mesurable sur un cheval non entraîné.

Au mental enfin, les champions sont décontractés et bien éduqués avec leurs cavaliers, mais ce ne sont pas des chevaux à mettre entre toutes les mains. Ils ont tous une grande force de caractère et chacun a sa particularité de comportement, son petit grain de folie.

L'endurance en Algérie :

L'Algérie est une terre du cheval, elle est le berceau d'une des plus anciennes et des plus grandes races de chevaux qui est retrouvée dans plusieurs races récentes, vous l'avez bien connu on parle du cheval Barbe connu par sa robustesse et sa tolérance ainsi que pour son courage, le barbe a toujours été un cheval de guerres par excellence petit cheval téméraire c'était bel est bien la monture de l'Emir Abdelkader. Le cheval a une place socioculturelle indiscutable en Algérie.

Et de nos jours En Algérie l'endurance connaît un grand succès surtout avec sa participation aux championnats mondiaux (Italie 2019) elle est classée 1^{ème} en Afrique et 3^{ème} Arabe et 23^{ème} 43^{ème} mondiale sur une distance de 120km (2 étoiles) elle organise des courses nationales et internationales 90km/120km.

1^{ère} individuelle et par équipe aux jeux africains 2008 sur une épreuve de 100km (Algérie Blida).

Les races participantes a ces courses sont : les pur-sang arabes, anglo-arabes, barbes et arabes barbes et sont issus de lignées locales ; qui sont bien adaptées au climat et aux terrains algérien.



Figure03 : Le cavalier Safi Youcef sur sa Olivia lors du championnats mondiaux d'endurance 2019Italie

C.L'HEMATOLOGIE CHEZ LES EQUIDES

L'hématologie en routine comprend l'étude de la lignée rouge (des globules rouges, aussi appelés érythrocytes ou hématies), de la lignée blanche (les globules blancs ou leucocytes, acteurs de l'immunité) et des plaquettes (ou thrombocytes). Toutes ces cellules sanguines sont formées à partir d'une même cellule souche, dans les sinus sanguins de la moelle osseuse qui est un environnement particulier et propice à la production de cellules [1].

Pour chaque lignée nous allons étudier les comptages (ou numérations) cellulaires, c'est-à-dire le nombre de cellules par litre de sang. Le comptage cellulaire est complété par plusieurs indices renseignant par exemple sur la taille des cellules ou sur les variations de taille des cellules (indiquant généralement une circulation de cellules immatures). De plus, l'examen des différentes cellules sanguines nécessite la réalisation et l'observation d'un frottis sanguin (= étalement d'une goutte de sang sur une lame de microscope afin d'obtenir une répartition des cellules en monocouche et de pouvoir ainsi les observer individuellement). L'étude du

frottis sanguin permet de valider les comptages cellulaires fournis par l'automate et d'étudier les cellules dans le détail (couleur, forme, inclusions cytoplasmiques anormales).

Nous allons aborder dans un premier temps la lignée rouge, puis la lignée plaquettaire et enfin la lignée blanche. Pour chaque lignée nous détaillerons la physiologie cellulaire (origines, rôles physiologiques, régulation) et les indices calculés. Nous exposerons brièvement les facteurs de variation physiologiques pour chaque variable étudiée.

1.La lignée rouge

L'oxygénation des tissus est la principale fonction des globules rouges, ils sont donc un pilier nécessaire à la survie. Chez les chevaux, la lignée rouge n'est représentée que par les érythrocytes en hématologie de routine. En effet, contrairement aux autres espèces, les réticulocytes (=précurseur de l'érythrocyte, situé dans la moelle osseuse) des équidés ont la particularité de ne passer que très rarement dans le sang circulant [2, 3, 4].

Plusieurs variables sont utilisées dans l'évaluation de la lignée rouge : la numération érythrocytaire, la concentration en hémoglobine, l'hématocrite et plusieurs indices renseignant sur la répartition et la quantité d'hémoglobine ainsi que sur la taille des érythrocytes.

Les résultats de la lignée rouge peuvent être surestimés suite à une splénocontraction (= contraction de la rate) due à un stress (v.ia les glucocorticoïdes) ou une excitation (via les catécholamines). En effet l'hématocrite (défini ci-après) du sang splénique est de 80% [2] et la rate contient environ un tiers du volume d'érythrocytes circulants [5]. De plus, cette splénocontraction est particulièrement courante chez les équidés.

Les conséquences d'une splénocontraction sont l'augmentation du comptage érythrocytaire, de l'hématocrite et de l'hémoglobinémie. L'intensité de l'augmentation de ces variables dépend de plusieurs facteurs : variations individuelles, âge, race, niveau d'entraînement (intensité et durée d'exercice) [6].

Les résultats d'analyse de la lignée rouge peuvent être influencés par plusieurs facteurs, dont l'alimentation, la morphologie (race légère ou lourde), le type d'exercice demandé au cheval [6] et l'âge : - Composition du régime alimentaire et moment du repas avant la prise de sang : après le repas on observe une perte de fluides par la salive et les sécrétions gastro-intestinales, ce qui entraîne une augmentation de l'hématocrite. Idéalement, un jeûne de trois heures permet de s'affranchir de cet effet. - Morphologie : les races légères (dites à sang chaud) présentent des différences avec les chevaux lourds (dits de traits ou à sang froid) : o RBC (= Red Blood Cell), Hgb (= Hémoglobine) et Ht (= Hématocrite) plus élevées pour les races

légères o VGM (= Volume Glomérulaire Moyen) plus bas pour les races légères. o Ces différences résultent d'une adaptation à la demande tissulaire en oxygène lors de l'entraînement chez les chevaux de race dédiée au sport (races à sang chaud) [6].

- Niveau d'entraînement : durée et intensité de l'exercice o Globalement, l'entraînement cause une augmentation de RBC, Hgb et Ht o Exercice court et très intense : augmentation légère de VGM et diminution de TCMH CCMH. o

Exercice d'endurance (durée longue, intensité modérée) : augmentation modérée de Ht o Au repos, RBC, Hgb et Ht basaux sont plus élevés chez les sprinteurs que chez les chevaux d'endurance [6]. - Age : TCMH, CCMH et VGM augmentent lorsque l'individu vieillit [7].

Nous allons présenter dans un premier temps les érythrocytes, puis l'hémoglobine et l'hématocrite. Ensuite nous exposerons les différents indices renseignant sur la taille des érythrocytes et sur la répartition de l'hémoglobine.

Erythrocytes (RBC = Red Blood Cell)

Les valeurs usuelles utilisées au laboratoire de VAS sont les suivantes : 6,5-12,5 x10¹²/L

Voici quelques valeurs usuelles de la littérature :

- [5] : 6,8-12,9 x10¹²/L - [8] : 6,8-12,9 x10¹²/L - [9] : 8,0-12,0 x10¹²/L

Les globules rouges sont anucléés, ils ont une forme de disque biconcave. Cette forme particulière leur permet de se déformer et de circuler dans les capillaires sanguins de plus petite taille qu'eux-mêmes [4].

L'érythropoïèse a lieu dans les sinus veineux de la moelle osseuse, puis les hématies sont libérées dans le torrent circulatoire. Une fois âgés ils sont détruits principalement par les macrophages et, dans une moindre mesure, par lyse intravasculaire. Leur destruction aboutit à la production de bilirubine non conjuguée et au recyclage du fer de l'hémoglobine [2].

L'érythropoïèse est régulée par l'EPO (= Erythropoïétine), produite principalement par le cortex rénal. La production d'EPO est elle-même modulée par l'interleukine-3, la concentration sanguine en oxygène, les androgènes, les estrogènes et les corticostéroïdes. De plus, les hormones thyroïdiennes et hypophysaires augmentent la demande tissulaire en oxygène et entraînent donc la production d'EPO [2].

La fonction principale des érythrocytes est l'oxygénation des tissus par le transport de l'oxygène (grâce à l'hémoglobine). Les hématies transportent également le dioxyde de carbone et contribuent à l'équilibre acido-basique en neutralisant les ions hydrogènes [10].

Enfin, la conservation de l'échantillon peut créer des artefacts. Dans l'idéal, l'analyse doit être réalisée dans les six heures suivant le prélèvement et l'échantillon doit être stocké à 4°C. Une conservation à 4°C pendant 6 heures maximum peut permettre une analyse satisfaisante. Si ces délais sont dépassés, les érythrocytes gonflent, ce qui entraîne une augmentation de leur taille et donc une augmentation de Ht et VGM [6]. De plus, l'exposition de l'échantillon à des températures élevées ou aux UV (= rayons Ultra- Violet) peut causer une hémolyse et donc, fausser toutes les variables de la lignée rouge et causer des interférences avec de nombreuses méthodes de dosage [6].

Hémoglobine (Hgb)

Les valeurs usuelles utilisées au laboratoire de VAS sont les suivantes : 11,1-19,0 g/dL

Voici quelques valeurs usuelles de la littérature :

- [5] : 11-19 g/dL - [8] : 11,0-19,0 g/dL - [9] : 10,0-18,0 g/dL

L'hémoglobine représente 90% des protéines de l'érythrocyte [10]. Chez les adultes, elle est constituée de quatre chaînes de globine (deux chaînes alpha et deux chaînes beta), possédant chacune un hème, qui contient une molécule de fer. L'hème permet la fixation de l'oxygène et du dioxyde de carbone. L'hémoglobine est donc au cœur des échanges gazeux.

Sa synthèse est irréversible, la première étape consiste en la synthèse de l'hème par la δ -aminolevulinicacidsynthase. La concentration en hème dans l'érythrocyte exerce un rétrocontrôle négatif sur la production de δ -aminolevulinicacidsynthase. Les synthèses de l'hème et des chaînes de globine sont corrélées, elles évoluent dans le même sens [2].

Chez un individu sain, ayant des érythrocytes de taille normale, la valeur de l'hémoglobininémie doit correspondre environ au tiers de la valeur de l'hématocrite [2].

Enfin, il semble que l'hémoglobininémie soit plus élevée chez les mâles que chez les femelles [6].

Hématocrite (Ht)

Les valeurs usuelles utilisées au laboratoire de VAS sont les suivantes : 32-52 %

Voici quelques valeurs usuelles de la littérature :

- [5] : 32-53 % - [8] : 32-53 % - [9] : 37-48 %

L'hématocrite représente le pourcentage de volume circulant occupé par les érythrocytes. Il est généralement calculé par les automates selon la formule : $Ht (\%) = RBC (/\mu L) \times VGM (fL)$ [2].

Nous rappelons qu'il peut être augmenté en cas de splénocontraction ou de mauvaise conservation des échantillons [6].

Volume Glomérulaire Moyen (VGM)

Les valeurs usuelles utilisées au laboratoire de VAS sont les suivantes : 34-58 fL

Voici quelques valeurs usuelles de la littérature :

- [5] : 37-58,5 fL - [8] : 37-59 fL - [9] : 40-50 fL

VGM représente le volume d'un érythrocyte, c'est un indice calculé par l'automate selon la formule :

$$VGM (fL) = Ht (\%) \times 10 RBC (10^{12}/L)$$

Nous rappelons que VGM est plus bas chez les races sportives et que c'est un indice qui augmente chez les individus âgés [6, 7]. Les conditions de conservation de l'échantillon peuvent fausser le résultat d'analyse. En effet, comme précisé pour les hématies, l'analyse devrait être réalisée dans les six heures suivant le prélèvement sinon VGM risque d'augmenter car les érythrocytes gonflent [6].

Teneur Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine (TCMH)

Les valeurs usuelles utilisées au laboratoire de VAS sont les suivantes : 12,1-16,6 pg

Voici quelques valeurs usuelles de la littérature :

- [5] : 12,3-19,9 pg - [8] : 12-20 pg

TCMH correspond à la quantité moyenne d'hémoglobine contenue dans un érythrocyte. C'est un indice calculé par l'automate, selon la formule :

$TCMH (pg) = Hgb (g/dL) \times 10 RBC (10^{12}/L)$ TCMH augmente physiologiquement avec l'âge [7].

Concentration Corpusculaire Moyenne en Hémoglobine (CCMH)

Les valeurs usuelles utilisées au laboratoire de VAS sont les suivantes : 31-37 g/dL

Voici quelques valeurs usuelles de la littérature : - [5] : 31-38,6 g/dL - [8] : 31-39 g/dL - [9] : 33,8-39,2 g/dL

CCMH est la concentration moyenne en hémoglobine dans un érythrocyte. C'est un indice calculé par l'automate selon la formule :

$$CCMH (g/dL) = Hgb (g/dL) \times 100 Ht (\%)$$

CCMH augmente physiologiquement chez les individus âgés [7]. Une augmentation artéfactuelle de CCMH peut être causée par une hémolyse (in vivo ou in vitro). Une augmentation vraie de CCMH n'est en théorie pas possible car la concentration en hémoglobine ne peut pas augmenter dans l'hématie [2].

2. Les plaquettes

Les plaquettes, aussi appelées thrombocytes, ont divers rôles, tous nécessaires à la survie de l'organisme. En effet, elles participent à la réaction inflammatoire mais sont principalement impliquées dans l'hémostase. L'hémostase est l'ensemble des processus régulant la formation et la dissolution de caillots sanguins, évitant ainsi les hémorragies. L'hémostase résulte d'interactions finement régulées entre la paroi des vaisseaux sanguins, les plaquettes et de nombreux facteurs de coagulation [11]. L'évaluation de l'hémostase n'est pas réalisée en routine sans suspicion d'anomalie, mais la numération des plaquettes et l'étude de leur taille, grâce à plusieurs indices, fait partie de tous les bilans hématologiques.

Thrombocytes (PLT)

Les valeurs usuelles utilisées au laboratoire de VAS sont les suivantes : 100-600 x10⁹/L

Voici quelques valeurs usuelles de la littérature :

- [5] : 100-350 x10⁹/L - [8] : 100-350 x10⁹/L - [9] : 200 – 600 x10⁹/L

Les plaquettes sont de petits fragments cellulaires anucléés, de forme ronde ou ovale [21], mais elles ont la capacité de se déformer et de passer à un état discoïde avec émission de pseudopodes (= prolongements du cytoplasme) lorsqu'elles sont activées [11]. Le cytoplasme des thrombocytes contient des granules, qui sont de trois types, et permettent aux plaquettes de remplir leurs rôles [11]: - Granules alpha : les plus gros granules des 3, les plus nombreux. Facteurs de coagulation, facteurs de croissance, protéines impliquées dans l'adhésion, l'agrégation et la réparation tissulaire - Granules denses : nucléotide A (adénine), calcium, phosphore inorganique, sérotonine. - Lysosome : hydrolases acides-dépendantes Les plaquettes sont produites par extension du cytoplasme des mégacaryocytes (= précurseur des plaquettes),

principalement dans les sinus veineux de la moelle osseuse [11]. Les mégacaryocytes peuvent migrer dans le torrent circulatoire, ce qui rend la production de plaquettes possible également dans le sang et les poumons [12]. La régulation de la production est sous contrôle de la thrombopoïétine, synthétisée par le foie [13], mais aussi sous l'influence de nombreuses cytokines [11].

Comme dit précédemment, les plaquettes ont plusieurs rôles [11]:

- Adhésion au collagène sub-endothélial des vaisseaux sanguins : début de l'hémostase et de la formation du clou plaquettaire (qui permet ensuite la formation du caillot sanguin et donc d'éviter une hémorragie), - Agrégation : renforcement du clou plaquettaire en formation,
- Libération des granules, -

Expression de phosphatidylserine, qui est un facteur de coagulation et facilite l'assemblage des facteurs de coagulation sur la membrane des plaquettes,

- Rôle essentiel dans l'inflammation via : o la libération de composés vaso-actifs, o production de cytokines, o interactions avec les neutrophiles.

Volume Plaquettaire Moyen (MPV = MeanPlatelet Volume)

Le laboratoire de VAS n'utilise pour l'instant pas de valeurs usuelles pour les chevaux, et la littérature n'en fournit pas.

MPV (= Volume Plaquettaire Moyen) est la moyenne du volume plaquettaire dans le sang circulant. C'est un indice inversement proportionnel au comptage plaquettaire : plus les plaquettes sont nombreuses, plus elles sont de petite taille [11]. Il est calculé par l'automate selon la formule suivante :

$$MPV (fL) = Pct (\%) PLT (10^9/L) \times 10^4$$

Pct = plaquettocrite ; définie ci-après. PLT = numération plaquettaire

Fréquence d'apparition Volume plaquettaire (fL)

MPV peut être artificiellement augmenté en présence d'agrégats plaquettaires [13] ou lorsque le sang est laissé dans l'EDTA pendant plus de 4 heures, que ce soit à 25°C ou à 4°C. En effet, dans l'EDTA les plaquettes gonflent après 4 heures [11, 15].

Volume plaquettaire (fL)**Plaquettochrome (Pct = Plateletcrit)**

Le laboratoire de VAS n'utilise pour l'instant pas de valeurs usuelles pour les chevaux, et la littérature n'en fournit pas.

La plaquettochrome est l'équivalent de l'hématocrite mais pour les plaquettes ; c'est le pourcentage du volume de sang circulant occupé par des thrombocytes.

L'utilisation de cet indice en hématologie de routine n'est pas courante et sa pertinence clinique reste à prouver.

3. La lignée blanche

La lignée blanche correspond aux leucocytes, ou globules blancs, ou encore cellules de l'immunité. La lignée blanche est composée de nombreuses cellules, dont la diversité reflète la complexité du système immunitaire.

Chez les mammifères, les leucocytes regroupent les neutrophiles, les lymphocytes, les monocytes, les éosinophiles et enfin les basophiles. Les leucocytes participent ensemble aux défenses immunitaires mais chaque groupe possède une fonction particulière. Ils sont répartis dans le sang circulant selon deux localisations. Les leucocytes libres en circulation constituent le pool circulant et les leucocytes qui adhèrent aux parois vasculaires constituent le pool marginé. Lors d'une prise de sang, seul le pool circulant est prélevé. Ces deux pools sont en proportions égales chez les chevaux [16]. Les leucocytes peuvent être classés en granulocytes (ou polymorphonucléaires) et en mononucléaires. Les granulocytes ont un noyau condensé et polylobé et, leur cytoplasme contient de nombreux granules. Ces granules sont nécessaires à la survie et aux fonctions de la cellule [16]. Ce sont des lysosomes renfermant des enzymes hydrolytiques, des agents antibactériens et d'autres composés. Les granulocytes contiennent deux types de granules :

- Les granules primaires, de couleur rosée en coloration MGG (=May-GrünwaldGiemsa)
- Les granules secondaires ou spécifiques : leur l'affinité pour les colorants utilisés en microscopie optique définit le type de granulocytes [17].

Il existe trois types de granulocytes : les neutrophiles, les basophiles et les éosinophiles. Les mononucléaires regroupent les monocytes et les lymphocytes [17]. Leur noyau est simple et non segmenté. Leur cytoplasme peut contenir des granules mais en quantité moins importante que les granulocytes.

L'évaluation de la lignée blanche est nécessaire et utile dans de nombreux contextes : bilan de santé, suspicion d'un processus inflammatoire et/ou infectieux et toutes suspicions de dérégulation du système immunitaire. En effet, le système immunitaire est activé dès qu'une particule étrangère est présente dans l'organisme. Afin de l'évaluer, il est nécessaire d'établir une formule leucocytaire,

Les résultats d'analyse de la lignée blanche peuvent artificiellement être faussés en cas de stress ou d'excitation. En effet, la libération de catécholamines, lors d'une excitation ou d'un exercice intense, associée à une splénocontraction, entraîne la migration du pool marginé de leucocytes dans le sang circulant. Le pool circulant étant augmenté, la formule leucocytaire montre dans ces cas une leucocytose par neutrophilie et/ou lymphocytose. Il s'agit d'une leucocytose physiologique. En cas de stress, la libération de glucocorticoïdes induit une neutrophilie associée à une lymphopénie ; c'est une « formule de stress » [18].

Nous allons présenter, pour les leucocytes en général et pour chaque groupe, les rôles, les variations physiologiques et les erreurs de laboratoire à éviter.

Leucocytes (WBC)

Les valeurs usuelles utilisées au laboratoire de VAS sont les suivantes :

5,5-12,5 x10⁹/L

Voici quelques valeurs usuelles de la littérature :

- [5] : 5,4-14,3 x10⁹/L - [8] : 5,4-14,3 x10⁹/L

- [9] : 5,5-12,5 x10⁹/L - [19] : 5,5-12,5 x10⁹/L

La présence de gros agrégats plaquettaires peut artificiellement augmenter WBC car ces agrégats sont comptés comme des leucocytes par l'automate.

Neutrophiles (Neut)

Les valeurs usuelles utilisées au laboratoire de VAS sont les suivantes : VA (= Valeur Absolue) :

2,70-6,70 x10⁹/L / Pc (= Pourcentage) : 0,0-54,5%

Voici quelques valeurs usuelles de la littérature :

- [9] : 2,7-6,8 x10⁹/L / 30-67% - [5] : 2,3-8,6 x10⁹/L

- [8] : 2,26-8,58 x10⁹/L / 22-72% - [19] : 2,7-6,7 x10⁹/L

Les neutrophiles sont des granulocytes ; leur noyau est polylobé et leur cytoplasme contient des granules primaires et secondaires [16]. La production est réalisée principalement par la moelle osseuse chez les individus en bonne santé. Toutefois une production extramédullaire est possible, majoritairement dans la rate et, de façon moindre, dans le foie et les nœuds lymphatiques [20]. Les neutrophiles migrent dans les tissus, sans retour possible, et ils sont éliminés par les macrophages de la rate, du foie, de la moelle osseuse et d'autres tissus [16].

Les neutrophiles sont répartis dans l'organisme selon plusieurs secteurs [20] :

- Compartiment médullaire (moelle osseuse) / Compartiment de prolifération / Compartiment de maturation et stockage
- Compartiment sanguin / Pool circulant / Pool marginé
- Compartiment tissulaire (après migration à partir du sang, irréversible) : c'est au niveau tissulaire que les neutrophiles jouent leur rôle dans la défense immunitaire.

La régulation de la production et de la libération de neutrophiles est sous le contrôle de cytokines et de facteurs de croissance [20].

Les neutrophiles sont des acteurs majeurs de l'immunité, et particulièrement de l'inflammation [19], grâce à plusieurs fonctions [16]:

- Phagocytose et activité microbicide principalement. Efficace au niveau tissulaire mais pas dans le torrent circulatoire.
- Sécrétions de substances, lorsqu'ils sont exposés à des bactéries ou à leurs produits, qui ont plusieurs rôles :
 - Digestion extracellulaire du fibrinogène et des composants du complément / Stimulation de la production des médiateurs de l'inflammation
 - Contribution à des processus pathologiques en libérant des médiateurs de l'inflammation dans les tissus environnants.
 - Elimination ou inactivation de certains virus, champignons, levures, algues et parasites.

Nous rappelons qu'une neutrophilie peut être observée suite à un stress ou un exercice soutenu, même chez des chevaux en bonne santé [16].

Si l'échantillon sanguin est stocké plus de 12 heures, les neutrophiles risquent de se lyser; c'est un signe de mauvaise conservation [18].

Lymphocytes (Lymph)

Les valeurs usuelles utilisées au laboratoire de VAS sont les suivantes :

VA : 1,50-7,50 x10⁹/L / Pc : 0-35%

Voici quelques valeurs usuelles de la littérature :

- [5] : 1,5-7,7 x10⁹/L - [8] : 1,5-7,7 x10⁹/L / 17-68 %

- [9] : 1,5-5,5 x10⁹/L / 25-70 % - [19] : 1,5-5,5 x10⁹/L

Les lymphocytes sont produits dans le thymus et la moelle osseuse. La lymphopoïèse est sous l'influence de la stimulation antigénique, d'interleukines et d'une cytokine (l'interféron gamma) [16]. On trouve des lymphocytes dans les nœuds lymphatiques, la rate, le thymus, les amygdales, le GALT (= Gut-AssociatedLymphoid Tissue), le BALT (= Bronchus-AssociatedLymphoid Tissue), la moelle osseuse et le sang [16]. Les lymphocytes sont majoritairement au niveau tissulaire, les lymphocytes circulants sont peu nombreux et ce sont principalement des cellules mémoires [17].

Ce sont les seuls leucocytes à recirculer, c'est-à-dire qu'ils passent du sang à la lymphe et de la lymphe au sang en continu. La recirculation favorise la sensibilisation antigénique des lymphocytes naïfs et la détection de cellules anormales. Elle n'est pas aléatoire puisque les lymphocytes retournent préférentiellement dans leurs tissus d'origine [16].

Monocytes (Mono)

Les valeurs usuelles utilisées au laboratoire de VAS sont les suivantes :

VA : 0-0,8 x10⁹/L / Pc : 0-5%

Voici quelques valeurs usuelles de la littérature :

- [5] : 0-1 x10⁹/L - [8] : 0,1 x10⁹/L / 0-14%

- [9] : 0,16-0,8 x10⁹/L / 1-7% - [19] : 0-0,8 x10⁹/L

Les monocytes sont plutôt des intermédiaires immatures. Ils migrent dans les tissus et évoluent en macrophage en cas d'inflammation [16, 19].

L'ensemble monocytes-macrophages constitue le système réticulo-endothélial [16]. Les monocytes ne sont pas stockés dans la moelle osseuse. Leur production et leur libération sont régulées par des facteurs de croissance et des cytokines [16].

Ils ont des rôles variés [16, 19] :

- Participation à la réponse inflammatoire : Phagocytose de bactérie, d'organisme complexes (levures, protozoaires), de cellules lésées, de débris cellulaires et de débris de particules étrangères. Leur phagocytose est moins efficace que celle des neutrophiles dans la défense antimicrobienne - Régulation de la réponse immunitaire par présentation des antigènes aux lymphocytes T

Cycle de vie de l'érythrocyte : Les monocytes sont une source majeure de facteurs de croissance et de cytokines impliqués dans l'hématopoïèse, les macrophages permettent la dégradation physiologique des érythrocytes et le recyclage du fer de l'hème de l'hémoglobine, les monocytes sont impliqués dans la plupart des processus pathologiques de destruction des érythrocytes

Une monocytopenie physiologique peut être présente en phase initiale d'une période de stress [19].

Eosinophiles (Eo)

Les valeurs usuelles utilisées au laboratoire de VAS sont les suivantes :

VA : 0-0,9 x10⁹/L / Pc : 0-5%

Voici quelques valeurs usuelles de la littérature :

- [5] : 0-1 x10⁹/L - [8] : 0-1 x10⁹/L / 0-10 %

- [9] : 0,16-1,0 x10⁹/L / 1-11 % - [19] : 0-0,9 x10⁹/L

Les éosinophiles font partie des granulocytes, leur noyau est polylobé et leur cytoplasme contient des granules secondaires [16]. La production est parallèle à celle des neutrophiles, elle a lieu dans la moelle osseuse où les éosinophiles sont également stockés. Cette production est régulée par l'interleukine-5 (cytokine majeure qui contrôle la production, la prolifération, la différenciation, la maturation et les fonctions de la cellule) [16].

Basophiles (Baso)

Les valeurs usuelles utilisées au laboratoire de VAS sont les suivantes :

VA : 0-0,2 x10⁹/L / Pc : 0-0,5 %

Voici quelques valeurs usuelles de la littérature :

- [5] : 0-0,3 x10⁹/L - [8] : 0-0,29 x10⁹/L / 0-4%

- [9] : 0-0,17 x10⁹/L / 0-3 % - [19] : 0-0,2 x10⁹/L

Les basophiles sont des granulocytes, leur noyau est polylobé et leur cytoplasme contient des granules.

Leur production est parallèle à celle des neutrophiles et leur croissance et différenciation est principalement sous l'influence de l'interleukine-3 [16]. Ils sont peu nombreux et il n'est pas fréquent d'en observer chez les plupart des mammifères [16].

Les basophiles ont plusieurs fonctions [16, 19]: - Ils participent à l'hypersensibilité immédiate et retardée, via les IgE liées au cytoplasme - Ils favorisent le métabolisme lipidique - Ils préviennent et favorisent l'hémostase - Ils permettent le rejet des parasites (exemple : tiques) - Ils sont potentiellement toxiques pour les cellules tumorales

Une basopénie peut être observée suite à un stress, mais elle est non significative chez le cheval [19]

PARTIE EXPERIMENTALE

Matériel et méthode :

L'expérimentation a eu lieu à Tiaret-Algérie a l'occasion du championnat d'Algérie d'endurance organisé chaque année par la fédération équestre Algérienne. 30 minutes de route séparent le lieu de la course de l'institut des sciences vétérinaires(Tiaret) ce qui a représenté un grand avantage dans la durée de conservation des prélèvements.

Matériels :

- Tubes EDTA/Héparinés
- Seringues (10cc)
- Sac iso thermique
- Glacière
- Automate de biochimie médicale
- Lames et Lamelles
- RAL 5'5'5
- Réactifs



Figure04 : Tube EDTA



Figure05 : Automate d'Hématologie



Figure 06 : Lamelles après coloration

Déroulement des prélèvements

Méthode :

Les prélèvements ont été effectués la veille du concours d'endurance en conditions de repos et de calme sans signes d'efforts apparents.

Pour les analyses effectuées un sang veineux a été prélevé sur la veine jugulaire après désinfection avec une seringue d'un volume de 10cc utilisation unique. Le sang est versé d'abord dans le tube EDTA et ensuite dans le tube hépariné puis ces derniers sont secoués délicatement a droite et a gauche sur l'axe du poignet. Les tubes sont identifiés puis mis dans un sac iso thermique le temps qu'ils soient acheminés vers l'institut vétérinaire ou des frottis sanguins sous lames et lamelles sont effectués a partir des tubes EDTA et analysés sous microscope optique grossissement () a la recherche d'abord d'anomalies cellulaires ou une présence parasitaire après cela on procède a un comptage cellulaire sous grossissement ().

Le reste du tube est centrifugé et le sérum est séparé du culot.

Le sérum est congelé et analysé ultérieurement.

Résultats

| | Bonne performance | | | Mauvaise performance | | |
|--------------------------------|---------------------|----------------------|---------------|----------------------|---------------------|----------------|
| | Av-course | Ap-course | P | Av-course | Ap-course | p |
| WBC (/mm³) | 7144,44±1503,4 2 | 11166,67±3154,3 6 | 0,003 | 7357,14±1617,4 6 | 9850±2187,01 | 0,002 |
| Lymp (/mm³) | 2376,44±741,60 | 1484,78±700,07 | 0,043 | 2289,66±1027,32 | 1131,33±528,29 | |
| Mono (/mm³) | 469,89±285,58 | 845,33±156,01 | | 489,33±334,14 | 993,33±1105,86 | |
| Neut (/mm³) | 4027,78±1520,7 2 | 8653±2792,84 | 0,0005 | 3756,17±1008,99 | 7619,66±2294,5 4 | 0,0003 |
| Eosi (/mm³) | 258,33±119,78 | 7,56±22,67 | 0,0003 | 123,83±109,47 | 125±153,60 | 0,049 |
| Baso (/mm³) | 69,33±137,04 | 0±0 | | 0 | 49,66±81,60 | |
| RBC(X10¹²/L) | 7,39±0,95 | 8,41±0,57 | 0,0004 | 6,92±0,50 | 7,71±1,06 | 0,00006 |
| Hb (%) | 13,54±1,84 | 15,08±0,90 | 0,0015 | 12,82±1,40 | 15,63±3,41 | 0,00006 |
| Ht(g/dl) | 33,9±4,40 | 39,64±2,65 | 0,0001 | 32,9±3,48 | 37,02±5,09 | 0,00006 |
| MCV (fl) | 45,97±3,55 | 47,26±3,39 | 0,0001 | 47,47±2,16 | 48,06±2,98 | 0,00006 |
| MHC (g/dl) | 39,99±0,94 | 38,06±0,42 | 0,039 | 38,95±0,74 | 42,48±9,48 | 0,0060 |
| MCHC (pg) | 18,34±1,25 | 17,97±1,17 | 0,0001 | 18,34±1,25 | 17,97±1,17 | 0,0014 |
| Plat (/mm³) | 165,11±27,42 | 233,11±42,42 | | 158,66±26,68 | 434,16±440,07 | |
| MPV (fl) | 7,178±1,25 | 6,56±0,87 | 0,027 | 6,32±0,42 | 6,2±0,49 | 0,0035 |

Tableau des résultats

15 chevaux (10 pur-sang arabe, 4 arabe-barbe et 1 barbe) ont été pour cette étude. 6 chevaux ont été éliminés de la compétition d'endurance. Seuls 9 chevaux ont terminé la course sans signes anormaux. Tous les chevaux éliminés n'ont pu parcourir que 20 à 30 km de la course de 90 km, en raison d'un trouble métabolique ou d'une boiterie. Dans cette étude, la performance des chevaux qui ont terminé la course avec succès est désignée par « bonne performance (GP) » et celle des chevaux éliminés est désignée par « mauvaise performance (PP) ».

L'hématologie pré et post endurance pour les deux groupes GP et PP, est présentés dans le tableau N1

Nos résultats ont montré une augmentation significative des paramètres hématologiques (RBC, HB, Ht et MCV) des chevaux GP à l'issue de la course. La numération leucocytaire

totale, les monocytes, les neutrophiles et les plaquettes ont également montré une augmentation significative. Les lymphocytes et les éosinophiles ont montré une diminution significative.

Discussion

L'utilisation des paramètres de laboratoire est nécessaire pour évaluer l'état de santé, nutritionnel et d'entraînement des chevaux (Gomide, et al. 2006).

L'exercice a des effets variables sur les niveaux d'hémogramme, selon l'intensité du travail, la forme physique, les niveaux d'entraînement, les conditions environnementales et la race de cheval (Satué, Hernández et Munoz 2012).

Les chevaux d'endurance sont soumis à des modifications substantielles de leur homéostasie interne en raison d'un exercice prolongé et de pertes d'eau et d'électrolytes.

La FEI définit la course d'endurance comme une course de longue distance qui teste la vitesse et l'endurance des chevaux sur tous les types de terrain et les compétences des cavaliers à contrôler le rythme et leur capacité de leurs chevaux en les gérant avec leurs connaissances et leurs expérience (FEI 2017).

Les conditions environnementales (température et humidité élevées) sont les facteurs les plus importants affectant la capacité physique.

La présente étude a été menée à des températures allant de 10 à 15 ° C, ce qui était neutre pour le métabolisme des chevaux.

Dans la présente étude, il y avait des différences significatives dans les paramètres hématologiques et biochimiques des chevaux d'endurance pré et post GP et PP. Dans l'échantillon post-course des deux groupes, une hémococoncentration a été trouvée avec une augmentation significative des globules rouges, Hb et Ht. Ces résultats ont été confirmés dans des études antérieures (McKeever, et al. 1987).

Les modifications des valeurs des paramètres hématologiques reflètent l'adaptation d'un organisme à un exercice physique prolongé. La performance des chevaux lors des courses est étroitement associée à la fonction cardiaque et à l'oxygénation des tissus. Ceux-ci dépendent de la capacité de transport d'oxygène du sang, qui elle-même dépend des concentrations d'érythrocytes et d'hémoglobine (Lawan, et al. 2010). Dans les efforts d'endurance, deux événements physiologiques peuvent contribuer à l'élévation des globules rouges, de l'Hbet de l'Ht. La contraction splénique est due à un stimulus adrénérurgique en réponse au stress causé par la participation à la course (Snow, et al.1992) et à une demande accrue en oxygène (Piccione,

Giannetto, et al.2007) (Adamu, Adzahan et Abdullah, et al.2010) et la transpiration entraînant d'importantes pertes de liquide corporel lors d'exercices plus prolongés. En effet, la thermorégulation entraîne une transpiration intense avec des pertes de fluides corporels évidentes et une hémococoncentration (Waller, et al.2009) (Stopyra, et al.2016).

Les paramètres des globules rouges (MCV, MCH, MCHC) indiquent l'efficacité de la synthèse de l'hémoglobine et sa capacité de transport d'oxygène. Il y avait des changements significatifs dans le MCV et le MCH, chez les chevaux examinés avant et après la course des chevaux GP. Nos résultats concordent avec les constatations de (Larsson, et al.2013) et (Teixeira-Neto, et al.2012) qui ne les ont pas reliées à des changements pathologiques dans le corps du cheval pendant l'exercice physique.

Pour les chevaux PP, il y a eu des changements significatifs dans le CMH. Une légère augmentation de la VMC observée dans les tests ultérieurs peuvent suggérer un déséquilibre électrolytique associé à une baisse de la pression osmotique du sérum et à la migration de l'eau libre dans les globules rouges. Ces fluctuations, n'atteignant pas des niveaux anormaux, peuvent indiquer une préparation optimale des chevaux pour la course et leur bonne performance (Teixeira-Neto, et al. 2012). Une augmentation post-exercice du nombre de globules blancs a été observée dans les deux groupes de l'étude.

Des altérations du leucogramme en réponse à l'entraînement ont été signalées chez les chevaux. Comme dans le cas des globules rouges, la rate est responsable de l'augmentation du taux de globules blancs dans les vésicules périphériques (Piccione, Casella, et al.2010) (Piccione, Vazzana, et al.2008) (Vazzana, et al.2014). Cette découverte est en accord avec notre résultat et peut s'expliquer par des réponses sympatho-surrénales sur la rate éjectant un pool réservoir de neutrophiles ainsi que par les effets des corticostéroïdes et des catécholamines sur le recrutement de neutrophiles marginaux en circulation. (Carlson 1987) Les différences significatives entre la GP et la PP dans le nombre de leucocytes pourraient être dues aux radicaux libres rejetés dans la circulation par les macrophages, et qui entraînent des effets nocifs sur les tissus et les organes (Piccione, Vazzana, et al.2008) (Adamu, Noraniza, et al.2012)

De plus, il a été démontré que les chevaux d'endurance épuisés présentaient un décalage vers la gauche des neutrophiles (NEU) et une lymphopénie significative ((Trigo, et al. 2010). Il y avait une diminution significative de la LYM après la course dans notre étude. Selon à (Trigo, et al. 2010) cela peut se produire en raison de l'épuisement. Dans cette étude, une augmentation simultanée du nombre de granulocytes (GRA) a été définie. Selon une étude menée par (Art, et al. 2009), intense l'exercice induit l'activation du GRA sanguin, avec une

dégranulation de NEU et une libération de myéloperoxydase, mais des variations minimales des indices de globules blancs indiquent de bons niveaux de performance chez les chevaux (Adamu, Noraniza, et al. 2012). L'augmentation observée du nombre de globules blancs peut également être associée à l'effet de l'adrénaline et du cortisol endogènes libérés dans la circulation sanguine en réponse au stress associé aux courses d'endurance (Larsson, et al. 2013).

Dans cette étude, les éosinophiles ont montré une diminution significative uniquement pour les chevaux GP uniquement. Dans une étude sur les chevaux d'endurance (Adamu, Adzahan et Abdullah, et al. 2010), on a constaté qu'un niveau d'EOS inférieur était lié à une bonne performance.

Les plaquettes, similaires aux érythrocytes, sont soumises à une augmentation de leur nombre en raison de la libération de catécholamine, de la contraction splénique et de l'hémoconcentration (Poskiené, et al. 2019).

CONCLUSION

Conclusion :

Les résultats de la présente étude ont démontré que la conduite d'endurance induit des altérations de l'hématologie chez les chevaux de d'endurance après un effort de 90 km.

L'étude a mis en évidence une différences significatives entre les chevaux qui ont terminés la course sous de bonne conditions et ceux éliminés pour des raisons métaboliques.

Les changements hématologiques semblent liés a l'effort au quel les chevaux ont été soumis et a la déshydratation accrue face a celui-ci qui engendre une diminution du volume sanguin et une augmentation de l'énergie d'un autre coté qui va être dépensée par les muscles. En effet cette étude suggère qu'on pourrait identifier les chevaux potentiellement aptes a présenter des troubles métaboliques qui pourraient constituer un risque sur la vie et la santé du cheval et de son cavalier.

On rappelle que la gestion du cheval reste un point crucial et cela avant la course par un entraînement adapté a chaque cheval après une évaluation sur ses capacités physiques, pendant la course il faudrait prendre en considération les conditions climatiques et la nature du circuit(sol, terrain) et aussi la vitesse et l'allure du cheval, il faudrait respecter les temps de repos et veiller a ce que le cheval reçoive un bon apport hydrique et électrolytique.

Les cavaliers et entraîneurs doivent être a l'écoute de leurs chevaux et il est essentiel d'effectuer des prises de sang régulières durant les séances d'entraînement, et lors des grandes étapes a fin de dépister des anomalies qui pourraient compromettre la santé et la carrière sportive de l'animal.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références

<https://www.cavalngo.com/guide-voyage/guide-du-cavalier/details/85/181-disciple-equestre-endurance.html>

1- HARVEY J.W. (dir.).

Hematopoiesis.

In: (2001). *Atlas of Veterinary Hematology. Blood and Bone Marrow of Domestic Animals*.

Philadelphia, Pennsylvania, USA: Saunders, Elsevier, pp. 87-91.

2- BROCKUS C.W.

Erythrocytes.

In: LATIMER K.S. (dir.) (2011). *Duncan and Prasse's Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology. 5th edition*.

Ames, IA, USA: Wiley-Blackwell, pp. 3-44.

3-GERSHWIN L.J.

Clinical Veterinary Immunology.

In: KANEKO J.J., HARVEY J.W., BRUSS M.L. (dir.) (2008). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 6th edition*.

Burlington, MA, USA: Academic Press Elsevier, pp. 157-172.

4- HARVEY J.W. (dir.).

Erythrocytes.

In: (2001). *Atlas of Veterinary Hematology. Blood and Bone Marrow of Domestic Animals*.

Philadelphia, Pennsylvania, USA: Saunders, Elsevier, pp. 21-44.

5- DESJARDINS I., CADORÉ J.L. (2006).

Analyses sanguines équinnes. I – Hématologie: approche Clinique.

Pratique Vétérinaire Equine, 38(151), pp. 9-22.

6- SATUÉ K., HERNÁNDEZ A., LORENTE C., O'COONOR J.E. (2010).

Immunophenotypical characterization in Andalusian horse: variations with age and gender [en ligne].

VetImmunolImmunopathol., 133(2), pp. 219-227.

Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165242709002840>
[consulté le 17 avril 2014]

7- CEBULJ-KADUNC N., BOZIC M., KOSEC M., CESTNIK V. (2002).

The influence of age and gender on haematological parameters in Lipizzan horses.

J Vet Med., A 49, pp. 217–221.

8- GRONDIN T.M., DEWITT S.F.

Normal Hematology of the Horse and Donkey.

In: WEISS D.J., WARDROP K.J. (dir.) (2010). *Schalm's Veterinary Hematology*.

Ames, Iowa, USA: Wiley Blackwell, pp. 821-828.

9- The University of Edinburgh. *THE UNIVERSITY of EDINBURGH Influencing the world since 1583* [en ligne].

URL : http://www.ed.ac.uk/polopoly_fs/1.19330!/fileManager/reference%20intervals.pdf
[consulté le 24 juin 2015]

10- HARVEY J.W.

The Erythrocyte: Physiology, Metabolism, and Biochemical Disorders

In: KANEKO J.J., HARVEY J.W., BRUSS M.L. (dir.) (2008). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 6th edition*.

Burlington, MA, USA: Academic Press Elsevier, pp. 173-240.

11- BOUDREAUX M.K., SPANGLER E.A., WELLES E.G.

Hemostasis.

In: LATIMER K.S. (dir.) (2011). *Duncan and Prasse's Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology. 5th edition*.

Ames, IA, USA: Wiley-Blackwell, pp. 107-144.

12- ITALIANO J.E., HARTWIG J.H.

Megakaryocyte Development and Platelet Formation.

In: MICHELSON A.D. (dir.) (2007). *Platelets. Second edition*.

Burlington, MA, USA: Academic Press, Elsevier, pp. 23-44.

13- GENTRY P., BURGESS H., WOOD D.

Hemostasis.

In: KANEKO J.J., HARVEY J.W., BRUSS M.L. (dir.) (2008). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 6th edition*

Burlington, MA, USA: Academic Press Elsevier, pp. 287-330.

14- BIZZARO N.

Pseudothrombocytopenia.

In: MICHELSON A.D. (dir.) (2007). *Platelets. Second edition.*

Burlington, MA, USA: Academic Press, Elsevier, pp. 999-1007.

15- BRIGGS C., HARRISON P., MACHIN S.J.

Platelet Counting.

In: MICHELSON A.D. (dir.) (2007). *Platelets. Second edition.*

Burlington, MA, USA: Academic Press, Elsevier, pp. 475-483.

16- WEBB J.L., LATIMER K.S.

Leukocytes.

In: LATIMER K.S. (dir.) (2011). *Duncan and Prasse's Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology. 5th edition.*

Ames, IA, USA: Wiley-Blackwell, pp. 45-82.

17- HARVEY J.W. (dir.).

Leukocytes.

In: (2001). *Atlas of Veterinary Hematology. Blood and Bone Marrow of Domestic Animals.*

Philadelphia, Pennsylvania, USA: Saunders, Elsevier, pp. 45-74.

18- WEISER G.

Interpretation of Leukocyte Response in Disease.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

In: THRALL M.A., BAKER D.C., CAMPBELL T.W., DENICOLA D., FETTMAN M.J., LASSEN E.D., REBAR A., WEISER G. (dir.) (2004). *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*.

Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, pp.135-148.

19- WEISER G., THRALL M.A.

Introduction to Leukocytes and the Leukogram.

In: THRALL M.A., BAKER D.C., CAMPBELL T.W., DENICOLA D., FETTMAN M.J., LASSEN E.D., REBAR A., WEISER G. (dir.) (2004). *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*.

Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, pp. 125-130.

20- WEISER G.

Neutrophil Production, Trafficking, and Kinetics.

In: THRALL M.A., BAKER D.C., CAMPBELL T.W., DENICOLA D., FETTMAN M.J., LASSEN E.D., REBAR A., WEISER G. (dir.) (2004). *Veterinary Hematology and Clinical Chemistry*.

Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, pp. 131-134.

21- HARVEY J.W. (dir.)

Platelets In: (2001). Atlas of Veterinary Hematology. Blood and Bone Marrow of Domestic Animals. Philadelphia, Pennsylvania, USA: Saunders, Elsevier, pp. 75-79.