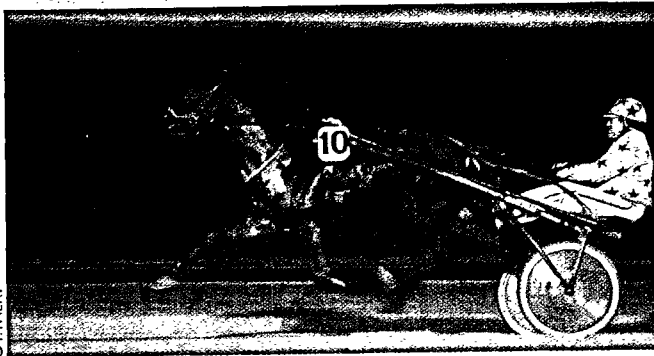


LE STRESS OXYDANT chez le cheval athlète

Dans tout organisme vivant, il existe un équilibre physiologique entre des éléments pro-oxydants et des éléments de défense ou antioxydants. Dans certaines conditions, cette balance est déséquilibrée par une surproduction de facteurs oxydants et/ou une carence de facteurs antioxydants : on parle alors du « stress oxydant ». Les pro-oxydants sont, généralement, des formes réactives de l'oxygène (FRO), dont les radicaux libres (RO). Le stress oxydant a été mis en évidence dans de nombreuses affections en médecine humaine. Chez le cheval, plusieurs études suggèrent que le stress oxydant joue un rôle dans certaines entités pathologiques.



© F. THÉRY

Depuis une étude du début des années 80 montrant que l'exercice physique augmente la génération de FRO dans l'organisme, de nombreux travaux effectués tant chez l'homme que chez plusieurs espèces animales, ont montré que l'exercice pouvait induire un certain niveau de stress oxydant. La modulation de ce stress par des antioxydants semble cependant possible chez l'homme, les animaux de laboratoire et le cheval.

Dès lors, le stress oxydant induit par l'exercice apparaît comme une entité importante en médecine sportive chez l'homme mais celui-ci reste, par contre, encore peu étudié en médecine sportive équine.

QUELQUES RAPPELS DE PHYSIOLOGIE DU STRESS OXYDANT

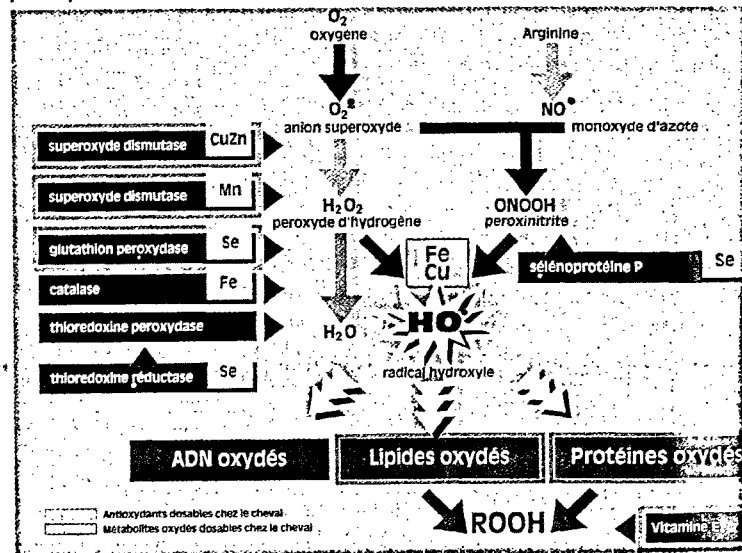
Les FRO sont produits à l'état physiologique chez tous les individus y compris le cheval. Ils ont une action d'oxydation des protéines (enzymes, constituants des membranes cellulaires), des acides nucléiques (base du matériel génétique), des hydrates de carbone (sucres), ainsi que les lipides membranaires (constituants essentiels des membranes des cellules de l'organisme). Ces propriétés naturelles sont essentielles dans le fonctionnement de certaines cellules (macrophages, certains neurones, ...) mais aussi dans des mécanismes de défense de l'organisme lors d'agression : défense lors d'infection, réponse à des facteurs de stress (température, rayon UV), stimulation de l'immunité. Les FRO interviennent aussi dans le mécanisme du vieillissement cellulaire et donc du vieillissement de l'organisme. Mais en cas d'excès de production et/ou de carence en molécules antioxydantes, les radicaux libres peuvent avoir un effet néfaste sur les cellules de l'organisme : attaque des membranes cellulaires musculaires, des vaisseaux sanguins, des hématies. Leur action sur les protéines peut aussi engendrer des pertes

de fonction de certaines enzymes ou des anomalies sur le matériel génétique à l'origine de mutation voire de mort cellulaire.

La production de FRO est, à l'état physiologique normal, contrebalancée par l'intervention de molécules antioxydantes. Celles-ci ont un triple rôle : empêcher la formation des radicaux libres, éliminer les FRO formés, et réparer les dégâts cellulaires occasionnés qu'ils ont engendrés.

Les molécules antioxydantes peuvent être de nature enzymatique (superoxyde dismutase, glutathion peroxydase, catalase...) ou non-enzymatique (vitamine E, vitamine C, oligo-éléments [cuivre, zinc, sélénium], groupements soufrés). La figure ci-dessous schématise la balance oxydative et les mécanismes de régulation mis en jeu. Certaines de ces molécules sont fabriquées par l'organisme, d'autres doivent être apportées par l'alimentation en cas de non production endogène ou de surconsommation des antioxydants endogènes.

Schématisation de la réaction de la balance oxydative avec les principales molécules dosables chez le cheval.



Il existe donc à l'état physiologique, un équilibre entre la production des FRO, nécessaire à l'organisme, et les antioxydants qui évitent les effets néfastes des FRO. Dans un certain nombre de circonstances, l'équilibre de cette balance oxydative peut être perturbé.

Chez l'homme, de nombreux facteurs peuvent influencer la production de molécules oxydantes, ainsi que la balance pro-oxydants/antioxydants. Parmi ceux-ci, on trouve la dégradation physiologique de certaines hormones et messagers organiques, des facteurs environnementaux (UV, ultrasons, radiations ionisantes), l'alcool, le tabac, certains médicaments et des troubles de la circulation sanguine. L'âge est aussi un facteur physiologique influençant le stress oxydant.

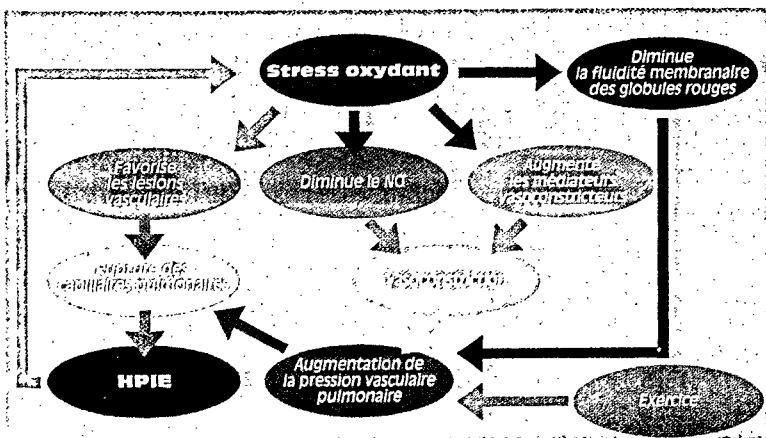
Enfin, il a pu être montré, chez l'athlète humain, que l'effort engendre un stress oxydant. Les données relatives aux facteurs capables d'influencer le stress oxydant induit par l'exercice indiquent que ce dernier dépend de l'intensité et du type d'effort, de l'entraînement, de l'alimentation, des circonstances de l'exercice (entraînement ou compétition), de l'âge de l'individu, etc....

LE STRESS OXYDANT CHEZ LE CHEVAL ATHLÈTE

Tout comme chez l'homme, différentes études ont montré que le stress oxydant existe chez le cheval et qu'il peut être impliqué dans différentes entités pathologiques notamment chez le cheval athlète.

Il semble aujourd'hui possible que le stress oxydant puisse être un des facteurs impliqués dans les maladies récurrentes des voies respiratoires (ART *et al.*, 1999). Le stress oxydant a aussi été mentionné comme un des facteurs potentiellement responsables des hémorragies pulmonaires induites par l'exercice (HPIE) telles que résumées dans la figure ci-dessous (DERKSEN 1997), tout comme dans certains cas de myopathies induites ou non par l'exercice (CHIARADIA *et al.*, 1998). Les éléments concluant au rôle possible du stress oxydant dans les maladies ostéoarticulaires sont plus nuancés.

Implication du stress oxydant dans l'hémorragie pulmonaire induite par l'exercice (HPIE) adapté de Derkens, 1997 (de Moffarts *et al.*; 2005b)



L'ensemble de ces maladies contribue à de mauvaises performances chez le cheval. Comme chez l'homme, plusieurs études menées dans l'espèce équine ont décrit des déséquilibres de la balance oxydative chez des animaux en condition d'effort (AL-QUDAH *and* AL-MAJALI, 2006; BALOGH *et al.*, 2001; KINNUNEN *et al.*, 2005). Des études

sont en cours pour déterminer si un déséquilibre trop important de cette balance oxydative pourrait être en lien avec un déficit de performance chez le cheval athlète.

Si chez l'homme de nombreux facteurs susceptibles d'influencer le stress oxydant induit par l'exercice ont été identifiés, la situation est moins complètement décrite dans l'espèce équine. Cependant, la race, le type d'effort et d'activité fournis, l'intensité de l'exercice, et l'influence de l'entraînement ont néanmoins à ce jour été investigués (KIRSCHVINK *et al.*, 2006; de MOFFARTS *et al.*, 2006).

INVESTIGUER ET CORRIGER LE STRESS OXYDANT CHEZ LE CHEVAL

Le stress oxydant résulte de la rupture de l'équilibre entre molécules pro-oxydantes et antioxydantes. Par conséquent, il peut être intéressant de doser les pro-oxydants (protéines- oxydées, lipides oxydés), les antioxydants (capacités antioxydantes lipophiles ou hydrophiles, glutathion peroxydase, superoxyde dismutase, cuivre, zinc, vitamines E et C...), ou plus judicieusement, les deux ensemble (de MOFFARTS *et al.*, 2006; KIRSCHVINK *et al.*, 2006). Compte tenu de l'évolution du statut antioxydant au cours de l'entraînement ou d'une saison de compétition il est intéressant de réaliser un suivi longitudinal du cheval athlète (AVELLINI *et al.*, 1995; FINAUD *et al.*, 2006). L'exercice et son intensité influençant les marqueurs impliqués dans le processus oxydatif, il est aussi utile de pouvoir investiguer ce processus au travers d'un effort standardisé que ce soit sur tapis roulant ou en condition réelle. Enfin les investigations doivent prendre en compte une évaluation au repos et une autre effectuée en post-effort.

Une fois posé le diagnostic de déséquilibre de la balance oxydative, il est important de pouvoir proposer une correction afin de pouvoir rétablir cet équilibre. Deux voies d'action non exclusives l'une de l'autre sont envisageables. La première consiste à diminuer la production de pro-oxydants en diminuant les facteurs favorisant leur apparition. Cela passe le plus souvent par des changements dans la méthodologie d'entraînement (intensité, condition, fréquence...). La seconde voie d'action possible est de compenser le déficit en antioxydants ou d'essayer de le prévenir. Nous avons vu précédemment que les molécules antioxydantes sont, soit endogènes (il est alors difficile d'influer sur leur production), soit exogènes. Cette voie passe par la maîtrise de l'alimentation et de sa supplémentation (vitamines, sélénium, cuivre, zinc...) (de MOFFARTS *et al.* 2005; WILLIAMS *and* CARLUCCI, 2006).

CONCLUSION

L'investigation du stress oxydant chez le cheval est relativement récente. Son implication dans un certain nombre d'entités pathologiques et à l'effort est maintenant avérée. Les investigations du processus oxydatif chez le cheval passent par le recours à des laboratoires spécialisés

► sur avis du vétérinaire. L'interprétation des résultats comporte une connaissance fine de l'environnement de l'animal (utilisation, entraînement, alimentation...) afin de pouvoir corriger au mieux les déséquilibres éventuellement identifiés. En cas d'identification du déséquilibre de la balance oxydative chez le cheval, s'il est possible d'intervenir sur les conditions environnementales du cheval, la solution passe le plus souvent par une correction alimentaire.

PH.PITEL¹; E.VAN ERCK^{2,3}; E.RICHARD^{2,3};
N.M'ZARI¹; T.ART²; G.FORTIER¹

¹Laboratoire F.DUNCOMBE, Caen, France

²Faculté vétérinaire de Liège, Liège, Belgique

³Unité de médecine sportive, CIRALE, Goustranville, France

Références

AL-QUDAH KM, AL-MAJALI AM. 2006. Status of biochemical and antioxidant variables in horses before and after long distance race. *Rev. Med.Vet* 157[6], pp. 307-312.

ART T, KIRSCHVINK N, SMITH N, VOTION D, LEKEUX P. 1999. Cardiorespiratory measurements and indices of oxidative stress in exercising COPD horses. *Equine Vet J Suppl* 30:83-87...

BALOGH N, GAAL T, RIBICZEYNE PS, PETRI A. 2001. Biochemical and antioxidant changes in plasma and erythrocytes of pentathlon horses before and after exercise. *Vet Clin Pathol* 30:214-218.

CHIARADIA E, AVELLINI L, RUECA F, SPATERNA A, PORCIELLO F, ANTONIONI MT, GAITI A. 1998. Physical exercise, oxidative stress and muscle damage in racehorses. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol* 119:833-836.

DE MOFFARTS B, KIRSCHVINK N, ART T, PINCEMAIL J, LEKEUX P. 2005. Effect of oral antioxidant supplementation on blood antioxidant status in trained thoroughbred horses. *Vet J* 169:65-74.

DE MOFFARTS B, KIRSCHVINK N, ART T, PINCEMAIL J, LEKEUX P. 2006. Effect of exercise on blood oxidant/antioxidant markers in standardbred horses: comparison between treadmill and race track tests. *Equine Vet J Suppl* 254-257.

DERKSEN FJ. 1997. Oxidant injury and nitric oxide: a role in exercise-induced pulmonary haemorrhage? *Vet J*. 153 :119-121.

KINNUNEN S, HYYPPA S, LAPPALAINEN J, OKSALA N, VENOJARVI M, NAKAO C, HANNINEN O, SEN CK, ATALAY M. 2005. Exercise-induced oxidative stress and muscle stress protein responses in trotters. *Eur J Appl Physiol* 93:496-501.

KIRSCHVINK N, de MOFFARTS B, FARNIR F, PINCEMAIL J, LEKEUX P. 2006. Investigation of blood oxidant/antioxidant markers in healthy competition horses of different breeds. *Equine Vet J Suppl* 239-244.

WILLIAMS CA, CARLUCCI SA. 2006. Oral vitamin E supplementation on oxidative stress, vitamin and antioxidant status in intensely exercised horses. *Equine Vet J Suppl*: 617-621.

LA LEPTOSPIROSE ÉQUINE : point sur les connaissances actuelles et avancées en matière de diagnostic

La leptospirose est une maladie infectieuse due à des bactéries du genre *Leptospira*. C'est une maladie zoonotique (transmissible à l'homme). La sensibilité clinique des espèces domestiques est d'intensité variable et les formes muettes ou bénignes sont fréquentes. Le diagnostic de cette maladie est souvent difficile à poser. Un grand nombre d'équidés sont sérologiquement positifs (présence d'anticorps dans le sang). La leptospirose n'est pas, en tant que telle, une maladie réglementée en Europe, mais est prise en compte au niveau des échanges internationaux par l'Organisation mondiale de la santé animale (OIE, ex office international des épizooties). La méconnaissance de la maladie et surtout le manque d'outils de diagnostic adaptés ont très certainement conduit à sa sous-estimation par les professionnels. L'ensemble de ces observations et le vice rédhibitoire que constitue l'uvéite récidivante du cheval, pour laquelle la leptospirose est un facteur important, confèrent à cette infection une part économique non négligeable dans la pathologie équine et dans les entraves aux échanges internationaux.

LA BACTÉRIE RESPONSABLE DE LA MALADIE

Les leptospires appartiennent à l'ordre des Spirochaetales et au genre *Leptospira*. Ce sont des bactéries spiralées, de 6 à 20 µm de long et de 0.1 µm de diamètre (Fig.1). Elles sont mobiles et aérobies, à croissance lente. Un microscope à fond noir s'avère indispensable à leur observation.

Il existe deux espèces bactériennes :

- *Leptospira interrogans* qui comprend les souches pathogènes pour l'homme et/ou l'animal et contient plus de 220 sérovars (propriétés antigéniques permettant d'identifier une cellule ou un virus par des méthodes

sérologiques) répartis en 23 sérogroupes ;

- *Leptospira biflexa* qui comprend les souches saprophytes (non pathogènes) isolées uniquement dans l'eau et, de l'environnement (FAINE et al., 1999).

Figure 1 : Représentation d'un leptospire au microscope à balayage (d'après ADLER B.)



Les leptospires pathogènes ne se multiplient pas dans le milieu extérieur (eau, boue, sols humides...) mais peuvent y survivre, de quelques heures à plusieurs mois, à la faveur