



METABOLISME

DES SUCRES CHEZ LE CHEVAL

FONCTION ET DYSFONCTION

CATHERINE DELGUSTE
DVM, MSC, PHD, DIPL.
ECEIM

Chez les chevaux comme chez les autres mammifères, la glycémie (expression de la concentration en glucose dans le plasma) est principalement régulée par deux hormones pancréatiques antagonistes : l'insuline et le glucagon. Ces deux hormones constituent la pierre angulaire de la régulation en agissant au niveau de la synthèse, de la mise à disposition ainsi que de l'utilisation des substrats énergétiques de l'organisme, en particulier dans le but de maintenir la glycémie dans une fourchette de concentration

étroite et compatible avec la vie de façon durable.

Les valeurs normales sont approximativement comprises chez le cheval entre 4.1 et 6.4 mmol/L (0.74 et 1.15 g/L).

L'INSULINE est sécrétée par les cellules bêta des îlots de Langerhans du pancréas, et possède un effet hypoglycémiant. Sa sécrétion est déclenchée par l'ingestion et la digestion des aliments dont le résultat est l'absorption



que : l'âge, la race, la gestation, la lactation, l'alimentation, l'exercice, le score corporel ainsi que d'autres hormones (les hormones du stress comme les catécholamines et le cortisol, l'hormone de croissance, la leptine, ou encore les progestagènes,...) (Geor, 2013).

Les aliments peuvent être classifiés selon leur pouvoir de faire varier la glycémie: c'est l'index glycémique. Cette classification est liée à la capacité que possède un aliment de faire augmenter la glycémie. Elle est exprimée en pourcentage d'aire située sous la courbe de glycémie, et ce par rapport à un aliment standard (l'avoine en général pour le cheval) (Hoffman, 2013).

Un index établi selon des principes identiques peut être décrit pour l'insulinémie, et semble plus pertinent à considérer que l'index glycémique dans le contexte d'une résistance à l'insuline chez le cheval (Hoffman, 2013). Après un repas, ces réponses dépendent de plusieurs facteurs tels que les repas qui ont précédé (la réponse à des repas à base de céréales est généralement moins forte l'après midi que le matin, Gordon and McKeever, 2005), le volume du repas, la proportion entre les nutriments et en particulier la quantité d'amidon et de sucre, la digestibilité pré-caecale de l'amidon et la vitesse d'ingestion (Harris & Geor, 2009).

Les réponses glycémique et insulémique sont beaucoup plus faibles quand le cheval est nourri au fourrage.

du glucose et d'autres métabolites. Ses principaux effets sont d'inhiber la néoformation de glucose par le foie, et de permettre l'entrée puis le stockage du glucose dans les muscles et le tissu adipeux. Au niveau des muscles squelettiques, elle promeut la synthèse de glycogène qui est la forme de stockage du glucose et revêt une importance capitale lors de l'exercice en général et de l'effort d'endurance en particulier. L'insuline possède une action anabolique sur le métabolisme des sucres, des lipides et des protéines.

A l'opposé le glucagon est hyperglycémiant. Quand l'absorption est terminée, la sécrétion d'insuline diminue au profit du glucagon. Ce dernier va alors stimuler le catabolisme et mobiliser le glucose ainsi que les acides gras (Moore et al, 2003). C'est aussi ce qu'il va se passer durant l'exercice. Le glucagon est sécrété par les cellules alpha des îlots pancréatiques.

En plus de la glycémie elle-même, la sécrétion et les effets de ces hormones peuvent être modulés par un grand nombre de facteurs tels

Les réponses glycémique et insulémique sont beaucoup plus faibles quand le cheval est nourri au fourrage que quand il est nourri à base de céréales.

Cependant, l'ingestion de foin riche en sucres solubles peut induire une augmentation modérée de l'insulinémie (Borgia et al, 2011). D'autre part, l'addition de fibres à une ration à base de céréales ne modère pas substan-

LES REPAS COMPOSES DE GRAINS AVEC UN INDEX GLYCEMIQUE ELEVE ONT ETE ASSOCIES A UN NOMBRE PLUS ELEVE DE DIFFERENTES AFFECTIONS:

- coliques (Hudson et al 2001),
- fourbure (Pass et al 1998),
- ulcères gastriques (Murray 1994),
- troubles orthopédiques de développement (Kronfeld et al 1990, Ralston 1996),
- insulino-résistance (Hoffman et al 2003, Treiber et al 2005)
- myopathies liées au stockage des polysaccharides (Valentine et al 2001, Ribeiro et al 2004).

tiellement les variations postprandiales de la glycémie et de l'insulinémie (Vervuert et al, 2009b ; Vervuert et al, 2009c).

On pense que les effets négatifs de ce type d'alimentation sont principalement dus à des teneurs élevées en amidon (Hoffman, 2013). Un excès d'amidon, de sucres ou de fructanes pourrait donc provoquer ou exacerber ces pathologies. D'autres désordres métaboliques, pour lesquels la résistance à l'insuline semble être une composante de la pathogénie, pourraient aussi être concernés: obésité, syndrome métabolique équin, dysfonctionnement pituitaire (maladie de Cushing) (Hoffman, 2013).

Il faut savoir que les troubles primaires de la fonction pancréatique endocrine, comme le diabète de type 1, sont rares chez le cheval. Mais une sensibilité anormale des tissus périphériques à l'insuline est de plus en plus rapportée et a été bien documentée depuis quelques années. L'insulino-résistance est un état au cours duquel une concentration normale d'insuline n'est plus capable d'orchestrer une réponse biologique normale (Kahn, 1978). En d'autres mots, des niveaux habituels d'insuline ne suffisent plus à faire transférer adéquatement le glucose du plasma vers les tissus périphériques. Cependant, cette résistance conduit en général à une hyper-insulinémie qui permet de maintenir la glycémie dans les normes.

Cependant, cette résistance conduit en général à une hyper-insulinémie qui permet de maintenir la glycémie dans les normes.

Différentes affections sont probablement à mettre en relation avec l'insulino-résistance chez le cheval: l'obésité, l'hyperlipémie, le syndrome métabolique

équin, la fourbure, la maladie de Cushing, l'ostéochondrose (Firshman and Valberg, 2007 ; Hoffman, 2013). A contrario des maladies comme le syndrome du motoneurone équin (EMND), la myopathie de stockage polysaccharidique (PSSM), semblent associées à une augmentation de la sensibilité à l'insuline (Firshman et Valberg, 2007).

Il est clair que l'association entre la sensibilité à l'insuline et ces pathologies équines majeures a généré bon nombre de recherches sur les facteurs influençant la sensibilité à l'insuline chez le cheval. Malheureusement, la mesure objective de la réelle sensibilité à l'insuline reste encore un défi, ce qui peut biaiser un peu les différentes études (Firshman & Valberg, 2007).

Il a été montré que l'entraînement augmente

la sensibilité à l'insuline de tout l'organisme (Stewart-Hunt et al, 2006). De plus cette augmentation dépend de la durée et de l'intensité de l'entraînement.

Le rôle de la composition alimentaire sur la sensibilité à l'insuline demeure controversé. Certaines études indiquent qu'un complément alimentaire riche en amidon et en sucres (avec une alimentation à base de foin) diminuerait la sensibilité chez le cheval (Hoffman et al, 2003 ; Treiber et al, 2005), sauf si celui-ci est à l'entraînement (Pratt et al, 2006). Treiber et collaborateurs (2006) suggèrent que:

l'insulino-résistance se développe via une réaction à long terme à une alimentation en grains et mélasses, probablement à partir des effets cumulés des grandes variations de la glycémie et de l'insulinémie qui suivent les repas de ce type.



Les résultats de cette étude suggèrent également que l'insulino-résistance pourrait se développer suite à une adaptation chronique à l'augmentation graduelle de l'amidon dans l'herbe de prairie au cours du printemps. Mais en revanche, d'autres études plus récentes montrent un effet nul, et même une amélioration, sur l'élimination plasmatique du glucose chez des chevaux adaptés à une ration riche en amidon ou en sucres (Pagan et al, 2011 ; Gordon et al, 2011). Les mêmes résultats contradictoires ont été observés pour l'effet de l'adjonction d'huile sur la sensibilité à l'insuline (Hoffman et al, 2003 ; Pagan et al, 2011). Mais il est clair que l'âge, la race et l'obésité affectent cette sensibilité (Geor, 2013). Harris et ses collaborateurs (2006) suggèrent que l'activité physique journalière, la réduction du score corporel, l'évitement de

gros repas riches en céréales et mélasse ainsi que l'administration d'acides gras sélectionnés et d'antioxydants favorisent la sensibilité à l'insuline, tout au moins chez le cheval en bonne santé.

Du fait des effets potentiellement néfastes des grandes variations insuliniques, les recommandations actuelles pour les chevaux sains sont de ne pas dépasser 2 g d'amidon/kg de poids corporel et par repas (Hoffman, 2013). D'autres auteurs sont encore plus restrictifs (1.1 g/kg) après avoir observé qu'en dessous de ce seuil, les réponses glycémique et insulinique étaient modérées (5 à 7 mmol/l pour la glycémie et 5 à 50 micro U/ml pour l'insulinémie) (Vervuert et al, 2009a). Borgia et al (2011) recommandent pour les chevaux et poneys sujets aux fourbures une alimentation





BIBLIOGRAPHIE

- Borgia, L., Valberg, S., McCue, M., et al., 2011. Glycaemic and insulinaemic responses to feeding hay with different non-structural carbohydrate content in control and polysaccharide myopathy-affected horses. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berlin)* 95, 798–807.
- Firshman, A.M., Valberg, S.J., 2007. Factors affecting clinical assessment of insulin sensitivity in horses. *Equine Veterinary Journal* 39, 567–575.
- Geor, R.J., 2013. Endocrine and metabolic physiology. In : Geor R.J., Harris PA and Coenen M, *Equine Applied and Clinical Nutrition*, 1st ed. Saunders, 33–63.
- Gordon, M.E., McKeever, K.H., 2005. Diurnal variation of ghrelin, leptin, and adiponectin in Standardbred mares. *Journal of Animal Science* 83, 2365–2371.
- Gordon, M.E., Jerina, M.L., Raub, R.H., et al., 2011. Insulin sensitivity in growing horses fed a higher starch versus a higher fat diet for two years. *Journal of Equine Veterinary Science* 31, 277–278.
- Harris PA, Bailey SR, Elliott J, Longland A. Countermeasures for pasture-associated laminitis in ponies and horses. *J Nutr.* 2006; 136:2114S–21S
- Harris, P.A., Geor, R.J., 2009. Primer on dietary carbohydrates and utility of the glycemic index in equine nutrition. *Veterinary Clinics of North America Equine Practice* 25, 39–50.
- Hoffman, R.M., 2013. Carbohydrates. In : Geor R.J., Harris PA and Coenen M, *Equine Applied and Clinical Nutrition*, 1st ed. Saunders, 156–167.
- Hoffman, R.M., Boston, R.C., Stefanovski, D., et al., 2003. Obesity and diet affect glucose dynamics and insulin sensitivity in Thoroughbred geldings. *Journal of Animal Science* 81, 2333–2342.
- Hudson, J.M., Cohen, N.D., Gibbs, P.G., et al., 2001. Feeding practices associated with colic in horses. *J Amer Vet Med Assoc* 219, 1419–1425.
- Kahn, C.R., 1978. Insulin resistance, insulin sensitivity, and insulin unresponsiveness: a necessary distinction. *Metabolism* 27, 1893–1902.
- Kronfeld, D.S., Meachem, T.N., Donoghue, S., 1990. Dietary aspects of developmental orthopedic disease in young horses. *Vet Clin N Amer Equine Pract* 6, 451–466.
- Moore, M.C., Cherrington, A.D., Wasserman, D.H., 2003. Regulation of hepatic and peripheral glucose disposal. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism* 17, 343–364.
- Murray, M.J., 1994. Gastric ulcers in adult horses. *Compend Contin Ed Pract* 16, 792–797.
- Pagan, J.D., Walldridge, B.M., Lange, J., 2011. Moderate dietary carbohydrate improves glucose tolerance and high dietary fat impairs glucose tolerance in aged Thoroughbred geldings. *Proceedings of the American Association of Equine Practitioners* 57, 192 (abstract).
- Pass, M.A., Pollitt, S., Pollitt, C.C., 1998. Decreased glucose metabolism causes separation of hoof lamellae in vitro: a trigger for laminitis? *Equine Vet J* 26, 133–138.
- Pratt, S.E., Geor, R.J., McCutcheon, L.J., 2006. Effects of dietary energy source and physical conditioning on insulin sensitivity and glucose tolerance in Standardbred horses. *Equine Veterinary Journal* 36 (Suppl.), 579–584.
- Ralston, S.L., 1996. Hyperglycemia/hyperinsulinemia after feeding a meal of grain to young horses with osteochondritis dissecans (OCD) lesions. *Pferdeheilkunde* 12, 320–322.
- Ribeiro, W., Valberg, S.J., Pagan, J.D., et al., 2004. The effect of varying dietary starch and fat content on creatine kinase activity and substrate availability in equine polysaccharide storage myopathy. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 18 (6), 887–94.
- Stewart-Hunt, L., Geor, R.J., McCutcheon, L.J., 2006. Effects of short-term training on insulin sensitivity and skeletal muscle glucose metabolism in standardbred horses. *Equine Veterinary Journal* 36 (Suppl.), 226–232.
- Treiber, K.H., Boston, R.C., Kronfeld, D.S., et al., 2005. Insulin resistance and compensation in Thoroughbred weanlings adapted to high-glycemic diets. *Journal of Animal Science* 83, 2357–2364.
- Treiber, K. H.; Kronfeld, D. S.; Hess, T. M., et al., 2006. Evaluation of genetic and metabolic predispositions and nutritional risk factors for pasture-associated laminitis in ponies. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 228 (10), 1538–1545.
- Valentine, B.A., Van Saun, R.J., Thompson, K.N., et al., 2001. Role of dietary carbohydrate and fat in horses with equine polysaccharide storage myopathy. *J Amer Vet Med Assoc* 219, 1537–1544.
- Vervuert, I., Voigt, K., Hollands, T., et al., 2009a. Effect of feeding increasing quantities of starch on glycaemic and insulinaemic responses in healthy horses. *Veterinary Journal* 182, 67–72.
- Vervuert, I., Klein, S., Coenen, M., 2009b. Effect of mixing dietary fibre (purified lignocelluloses or purified pectin) and a corn meal on glucose and insulin responses in healthy horses. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berlin)* 93, 331–338.
- Vervuert, I., Voigt, K., Hollands, T., et al., 2009c. The effect of mixing and changing the order of feeding oats and chopped alfalfa to horses on: glycaemic and insulinaemic responses, and breath hydrogen and methane production. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Berlin)* 93, 631–638.

à base de foin contenant moins de 10 – 12% d'hydrates de carbone solubles, afin d'éviter l'augmentation postprandiale du niveau d'insuline circulante capable d'augmenter le risque de déclenchement d'épisodes de fourbure. Concernant les chevaux et poneys présentant un syndrome métabolique, il est conseillé de limiter l'amidon à 0,3 g/kg de poids vif et par repas (Hoffman, 2013).

Par ailleurs, peu de données sont disponibles sur la nutrition du cheval en général et du cheval de sport en particulier qui a certainement besoin de plus d'hydrates de carbone dans sa ration que le cheval sédentaire. Les besoins spécifiques à l'expression de la performance, ainsi qu'à la récupération après l'effort afin de reconstituer les réserves en glycogène musculaire (phénomène particulièrement lent chez le cheval), sont des facteurs qui restent à étudier.