

ÉTUDE DE LA CARENCE EXPÉRIMENTALE EN MAGNÉSIUM CHEZ LE VEAU

3. — INTERFÉRENCE ENTRE LE MÉTABOLISME DU MAGNÉSIUM ET CELUI DE L'IODE

Anik GIRARD, P. LARVOR et M. BROCHART

avec la collaboration technique de C. ROU

*Institut national de la Recherche agronomique,
Laboratoire de Physiopathologie de la Nutrition,
École nationale vétérinaire, Alfort (Seine)*

SOMMAIRE

On a déterminé chaque semaine l'iode protéo-lié (PBI) de quatre veaux carencés en magnésium et de quatre veaux témoins. La carence en magnésium n'a pas influencé le niveau du PBI. L'activité thyroïdienne spontanée des animaux, estimée d'après le PBI, avait par contre une influence sur le niveau auquel tendait à s'équilibrer le magnésium sanguin, pour les deux groupes d'apports magnésiens.

Le PBI moyen des veaux était en relation inverse significative avec la température extérieure moyenne pendant la semaine qui précédait le prélèvement.

INTRODUCTION

S'il n'est pas douteux qu'il y ait une certaine relation entre le métabolisme du magnésium et celui de l'iode, la nature exacte de ces interactions reste obscure.

Les travaux de HEGSTED et *al.* (1956) ont montré que l'exposition au froid augmente les besoins en magnésium chez le rat, et que l'administration de thyroxine a les mêmes effets (VITALE et *al.* 1957 *a*). Les mêmes auteurs (VITALE et *al.*, 1957 *b*) ont vérifié que l'antagonisme signalé *in vitro* entre le magnésium et la thyroxine sur les phosphorylations oxydatives (BAIN, 1954) pouvait être retrouvé *in vivo*, c'est-à-dire que l'administration de thyroxine à des rats entraîne le découplage des phosphorylations oxydatives dans les mitochondries, effet qui se trouve corrigé par un excès de magnésium. AIKAWA et *al.* (1960) ont constaté, au moyen de l'isotope radioactif ^{28}Mg que la stimulation de l'activité cellulaire par la thyroxine accélère les échanges de magnésium chez le lapin, tandis que le propylthiouracyle (antithyroïdien) les ralentit.

En sens inverse (influence du magnésium sur la thyroïde), les résultats sont moins démonstratifs : CORRADINO et PARKER (1962) ont montré que, chez le rat, la carence en magnésium entraîne une diminution de la taille de la thyroïde et diminue l'intensité du goitre provoqué par le thiouracyle, cependant ces résultats n'apparaissent nettement que lorsqu'on exprime le poids thyroïdien en fonction du poids corporel, ce qui est discutable ; les mêmes auteurs ont néanmoins observé un résultat plus probant : la carence en magnésium augmente la quantité d'iode radioactif retrouvé dans la thyroïde 24 heures après l'injection de ^{131}I .

Deux aspects principaux de l'interaction iode-magnésium peuvent être envisagés : la possibilité de l'influence du niveau d'activité thyroïdienne sur le métabolisme du magnésium, et celle de la nutrition magnésienne sur la fonction thyroïdienne.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les analyses ont porté sur quatre veaux carencés en magnésium et quatre veaux témoins, matériel décrit en détail dans la première partie de cet article (LAVOR et *al.*, 1964). En outre, au cours d'une expérience préliminaire, on a suivi le métabolisme de l'iode chez un veau carencé en magnésium et chez un veau témoin, ce qui porte à 10 le nombre total des animaux d'expérience.

L'activité thyroïdienne a été appréciée à intervalles réguliers d'une semaine sur 1 ml de plasma hépariné. Le dosage a été effectué en double pour chaque animal, au moyen de la méthode de CHANEY (1940) modifiée par LACHIVER (1956), utilisant la catalyse par l'iode de la réduction du sulfate céricammoniacal en présence d'anhydride arsénieux. La méthode a été légèrement adaptée en mesurant l'absorption du sulfate cérique à 315 m μ au lieu de 460 m μ . L'absorption étant plus forte dans l'ultraviolet, la sensibilité de la méthode se trouve nettement augmentée.

RÉSULTATS

1° *Effet du niveau d'activité thyroïdienne sur le métabolisme du magnésium*

Pour une teneur donnée en magnésium de l'alimentation, BLAXTER et *al.* (1954) ont montré que l'évolution du magnésium sérique du veau en fonction du temps suit une courbe exponentielle tendant vers une valeur d'équilibre. Nos observations s'accordent bien à ce point de vue, ce qui permet de calculer, pour chaque animal, la valeur d'équilibre vers laquelle tend son magnésium plasmatique. Cette valeur dépend évidemment de la teneur en magnésium de la ration, mais aussi, pour une même teneur en magnésium, de facteurs liés à l'individu. Le tableau 1 permet de comparer le magnésium plasmatique d'équilibre avec le PBI moyen pendant toute la période expérimentale.

Comme on a 2 groupes de données (4 animaux nourris avec du lait complémenté à 190 mg de Mg par litre et 4 animaux nourris avec du lait carencé à 20 mg de Mg par litre), le meilleur moyen de comparaison est l'analyse de la covariance, qui montre que le coefficient de corrélation : logarithme du niveau d'équilibre du magnésium-PBI moyen (indépendamment du magnésium alimentaire) est $r = -0,775$, c'est-à-dire assez proche de la limite de signification 5 p. 100 (0,811) pour 4 degrés de liberté.

2° Effet de la carence magnésienne sur l'activité thyroïdienne

Par contre le même tableau 1 montre que la carence magnésienne, même très sévère, n'a pas significativement affecté le niveau du PBI, cependant on note une tendance (non significative) à une variabilité plus grande du PBI pour un même animal, chez les carencés.

TABLEAU I

Comparaison de l'iode protéo-lié (PBI) moyen des veaux pendant toute la période expérimentale avec le niveau vers lequel le magnésium plasmatique tend à s'équilibrer

	Veau	Mg du lait (mg/l)	Mg plasmatique d'équilibre (mg/100ml)	PBI moyen $\pm \sigma$
Témoins	D ₁	490	2,44	3,19 \pm 0,54
	D ₂	490	1,91	5,61 \pm 0,68
	D ₃	490	2,04	3,61 \pm 0,62
	D ₄	490	1,94	3,67 \pm 0,48
Carencés	G ₁	20	0,31	3,64 \pm 1,23
	G ₂	20	0,21	4,40 \pm 2,26
	G ₃	20	0,20	5,25 \pm 1,20
	G ₄	20	0,49	3,62 \pm 0,36

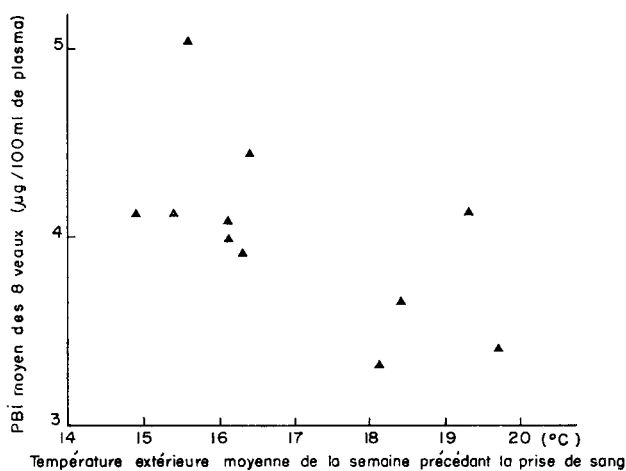


FIG. I.

3° *Effet de la température extérieure sur le niveau de l'activité thyroïdienne*

La figure 1 montre qu'il existe une relation négative entre le PBI moyen des huit veaux et la température extérieure moyenne à 9 heures pendant la semaine qui a précédé le prélèvement de sang. Le coefficient de corrélation est $r = -0,601$ (limite de signification 5 p. 100 = 0,602).

4° *Relation entre la température rectale et l'activité thyroïdienne*

On n'a observé aucune relation constante entre le PBI et la température rectale moyenne pendant la semaine qui a précédé le prélèvement de sang. Il est vrai que la température centrale a varié dans des proportions minimales pour un même animal.

DISCUSSION

Dans nos conditions expérimentales (lait contenant 160 μg d'iode par litre), la carence magnésienne, même profonde, n'a pas significativement altéré l'iode protéo-lié du plasma ; ceci correspond aux résultats obtenus par TODD et THOMPSON (1962) chez des bovins adultes, pour lesquels la mise à l'herbe accompagnée d'hypomagnésémie n'a pas modifié le PBI. Il serait évidemment souhaitable de vérifier cette absence apparente de relation au moyen d'une méthode différente (^{131}I), car, d'une part la variabilité accrue du PBI chez nos veaux carencés en magnésium suggère qu'il se produit peut-être quelque chose qui ne se traduit pas par une modification de l'iode protéo-lié moyen, d'autre part CORRADINO et PARKER (1962) ont observé chez le rat carencé en magnésium des différences dans la fixation de l'iode radioactif par la thyroïde.

Par contre, les variations entre sujets du niveau d'activité thyroïdienne paraissent pouvoir expliquer une partie des différences individuelles dans les besoins en magnésium, en particulier, les animaux qui ont un PBI élevé ont un magnésium plasmatique qui tend à s'équilibrer à un niveau plus bas. MEYER et SCHMIDT (1958) ont obtenu par administration de thyroxine une baisse du magnésium sérique chez le veau de lait. SWAN et JAMIESON (1956) ont constaté un effet analogue chez la vache en pleine lactation ; avec une méthode très différente (diagnostic seulement clinique) LEECH et BAILEY (1953) ont constaté, dans une expérience portant sur 2 000 vaches, un accroissement du nombre de Tétanies d'herbage par administration de caséine iodée, tandis que BLAXTER (1948) chez le mouton et BROCHART et GIRARD (1961, données non publiées) chez la vache en fin de lactation, ne parvenaient pas à observer d'influence sur le magnésium sanguin.

On a donc l'impression que, d'une façon générale, l'action de l'activité thyroïdienne sur le métabolisme du magnésium n'a été notée que lorsque les apports magnésiens sont limités relativement aux besoins (rats carencés, veaux de lait, vaches en pleine lactation), et que, réciproquement, l'action de la nutrition magnésienne

sur l'activité thyroïdienne est un phénomène beaucoup plus discret, dont l'existence reste à prouver d'une façon décisive, et dont l'étude exigerait de toute façon des méthodes plus spécifiques que la mesure du PBI.

Reçu pour publication en juin 1965.

SUMMARY

EXPERIMENTAL MAGNESIUM DEFICIENCY IN THE CALF

3. INTERACTIONS BETWEEN METABOLISM OF MAGNESIUM AND OF IODINE

Of eight *Friesian* calves four were fed on a semi-synthetic milk deficient in magnesium, 20 mg per litre, and 4 had the same milk supplemented with 100 mg magnesium per litre. Protein-bound iodine (PBI) was estimated weekly by the method of LACHIVER (1956). Deficiency of magnesium did not affect values for PBI. Activity of the thyroid, estimated from PBI, seemed to affect the level at which magnesium in blood became steady in the groups given different amounts of magnesium. By analysis of covariance PBI and magnesium in plasma were correlated, independently of magnesium in feed, $r = -0.775$, with the limit of significance at 5 p. 100 being 0.811.

Average PBI was inversely related, within the limit of significance, with the average external temperature during the week before samples were taken, $r = -0.601$, significant value 0.602 for 5 p. 100.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAIN J. A., 1954. The effect of magnesium upon thyroxine inhibition of phosphorylation. *J. Pharmacol. exper. Therap.*, **110**, 2. Cité par CORRADINO et PARKER.
- BLAXTER K. L., 1948. Severe experimental hyperthyroidism in the ruminant. *Agric. Sci.*, **38**, 1-19.
- BLAXTER K. L., ROOK J. A. F., Mac DONALD A. M., 1954. Experimental magnesium deficiency in calves. 1. Clinical and pathological observations. *J. comp. Pathol.*, **64**, 157-175.
- CHANEY A. L., 1940. *Ind. Eng. Chem. Anal.*, **12**, 179. Cité par LACHIVER.
- CORRADINO R. A., PARKER H. E., 1962. Magnesium and thyroid function in the Rat. *J. Nutr.*, **77**, 455-458.
- HEGSTED D. M., VITALE J. J., McGRATH H., 1956. The effect of low temperature and dietary calcium upon magnesium requirement. *J. Nutr.*, **58**, 175.
- LACHIVER F., 1956. Application de la méthode catalytique au microdosage de l'iode dans les milieux biologiques. *Ann. Pharm. Fr.*, **14**, 41-57.
- LARVOR P., GIRARD A., BROCHART M., PARODI A., SEVESTRE J., 1964. Étude de la carence expérimentale en magnésium chez le veau. I. Observations cliniques, biochimiques et anatomo-pathologiques. *Ann. Biol. anim. Biochim. Biophys.*, **4**, 345-369.
- LEECH F. B., BAILEY G. L., 1953. The effect on the health of lactating cows of treatment with galactopoietic doses of thyroxine or iodinated casein. *J. agric. Sci.*, **43**, 230-251.
- MEYER H., SCHMIDT P., 1958. Der Einfluss von Thyroxin auf den Magnesium und Kalziumstoffwechsel beim Kalb. *Disch. Tierärzt. Wschr.*, **65**, 602-604.
- SWAN J. B., JAMIESON N. D., 1956. Studies on metabolic disorders in dairy cows. III. The effect of after calving underfeeding and of thyroprotein dosing on the level of serum magnesium in dairy cows. *New Zeal. J. Sci. Technol.*, **38**, 363-382.
- TODD J. R., THOMPSON R. H., 1962. Serum protein-bound iodine concentrations in cows, with particular reference to hypomagnesaemia. *Res. Veter. Sci.*, **3**, 449-454.
- VITALE J. J., HEGSTED D. M., NAKAMURA M., CONNORS P., 1957 a. The effect of thyroxine on magnesium requirement. *J. Biol. Chem.*, **228**, 597.
- VITALE J. J., NAKAMURA M., HEGSTED D. M., 1957 b. The effect of magnesium deficiency on oxidative phosphorylation. *J. Biol. Chem.*, **228**, 573.