

INTERET D'UNE SUPPLEMENTATION NUTRITIONNELLE EN CAS DE LE CHEVAL DE SPORT

Comme pour l'athlète humain, de nombreux suppléments nutritionnels sont maintenant disponibles pour aider le cheval à accomplir sa performance physique.

Vitamines, oligoéléments, acides gras essentiels, acide pangamique, ... sont quelques uns des composés proposés dans les formules.

La carnitine qui intervient comme transporteur dans le métabolisme énergétique présenterait un intérêt pour améliorer l'utilisation de la matière grasse dans les efforts d'endurance.

Le travail physique intense en compétition est, chez le cheval comme chez l'homme et le chien, inducteur de nombreuses modifications physiologiques et métaboliques. L'effort musculaire, s'il influence très directement la nature et la grandeur du besoin énergétique, retentit également sur l'équilibre nutritionnel de la ration par l'intermédiaire du stress induit. Avec l'espoir d'activer tel ou tel métabolisme et par voie de conséquence d'obtenir de meilleurs résultats sportifs, des supplémentations alimentaires diverses sont très fréquemment fournies à l'animal de sport en supposant que la production par l'organisme du nutriment en cause est insuffisante et constitue un facteur limitant du travail musculaire.

Dès lors que l'effort demandé est prolongé (endurance, concours complet ...), l'aérobiose devient le système majoritaire de couverture du besoin énergétique musculaire. Les acides gras, dérivés, pour une part non négligeable, de la lipolyse tissulaire, constituent la principale source énergétique de la cellule musculaire.

J.P. VALETTE, D. GRANDJEAN
ENVA, Service de Nutrition, 94704 Maisons-Alfort.

VENTATION RNITINE CHEZ

La carnitine, molécule d'origine à la fois endogène et exogène, favorise la production d'énergie dans les muscles à partir de l'oxydation des acides gras en permettant leur entrée dans les mitochondries («centrale énergétique» de la cellule) ; on peut donc imaginer qu'un apport exogène supplémentaire en carnitine pourrait augmenter l'oxydation intracellulaire des acides gras et par là même la production et le rendement énergétiques.

DECOUVERTE DE LA CARNITINE : UN TRANSPORTEUR SPECIALISE

La carnitine fut découverte en 1905 dans le muscle de boeuf. Sa structure a été établie en 1927 et sa qualité de facteur de croissance pour le ver de farine *Tenebrio Molitor* démontrée en 1953. Dès 1955, on commença à entrevoir sa fonction essentielle dans le transport des acides gras à travers la membrane mitochondriale. On sait maintenant (Figure 1) que les acides gras et les acyls-CoA à longues chaînes sont incapables de pénétrer dans la mitochondrie, pour y être oxydés, sans l'aide de la carnitine, d'enzymes (les acyl-carnitine transférases) et d'un système de transport complexe (l'acyl-carnitine translocase). Enfin, à partir de 1973, on prit

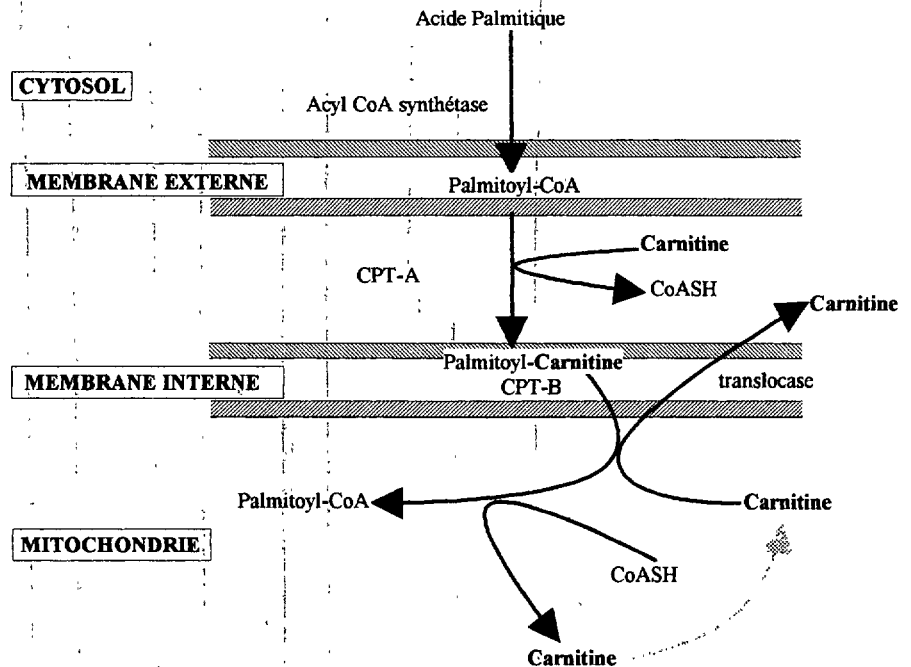


Figure 1 : Site d'intervention de la carnitine comme navette transportant les chaînes d'acides gras (Palmitoyl-CoA) à travers la membrane de la mitochondrie. Les acides gras ainsi transportés sont utilisés comme combustible pour fournir de l'énergie au muscle.

conscience de l'existence d'une déficience en carnitine musculaire dans certaines myopathies.

ORIGINE ET DEVENIR DE LA CARNITINE DANS L'ORGANISME

Chez les herbivores adultes et le cheval en particulier, la carnitine disponible provient de la synthèse par l'organisme ; les fourrages n'en contenant que des quantités négligeables. Les précurseurs sont deux acides aminés essentiels (unités de base des protéines apportées par la nourriture) : la lysine et la méthionine qui sont d'ailleurs souvent des facteurs limitants de

la ration traditionnelle chez le cheval.

La synthèse à partir de ces acides aminés conduit à la formation de triméthyllysine obtenue par la méthylation de la lysine par un S-adenosylméthionine. La dernière étape de la synthèse s'effectue uniquement dans les tissus (le foie et le rein) ayant un enzyme spécifique (la gamma-butyrobétaïne hydroxylase), en présence de vitamine C (d'acide ascorbique), de vitamine PP (niacine), de vitamine B6 (pyridoxine) et de fer. Une fois synthétisée dans le foie et dans le rein, la carnitine est déversée dans le sang et distribuée aux

différents tissus. Plus de 90 % est stocké dans le tissu musculaire où sa concentration est 300 fois supérieure à celle du plasma. Le rein est l'unique voie d'élimination de la carnitine.

ROLE DE LA CARNITINE DANS L'EXERCICE MUSCULAIRE

Les rapports entre la carnitine et l'exercice musculaire ont fait l'objet de nombreuses études chez l'homme et chez l'animal (rat, chien, cheval), mais tout transfert des résultats obtenus d'une espèce à l'autre mérite la plus grande prudence. En particulier, toute extrapolation de l'homme au cheval voire au chien se révèle particulièrement délicate, tant les métabolismes lipidiques à l'exercice apparaissent différents dans ces espèces.

Les tentatives d'apports lipidiques dans l'alimentation chez l'homme (sous la forme d'acides gras saturés ou non, ou bien à chaîne courte ou moyenne) n'ont pas permis d'obtenir des effets bénéfiques à l'exercice de longue durée. Chez le cheval, et plus encore chez le chien d'endurance, de nombreux travaux ont démontré la participation voire la prépondérance du catabolisme lipidique à l'effort et l'intérêt de l'enrichissement de la ration en matières grasses afin d'épargner les réserves glycolytiques musculaires et hépatiques. Il est ainsi possible de prolonger la durée de l'exercice en conditions d'aérobiose à 70 % de leur VO₂ max et

avec une lactatémie de fin d'effort inférieure à 4 mmol/l.

Dès lors, la carnitine étant l'unique et indispensable transporteur membranaire mitochondrial des acides gras, il paraissait logique de s'intéresser aux effets biologiques et à l'efficacité d'une telle supplémentation nutritionnelle chez le cheval.

CONDITIONS D'ACTIVITE DE LA CARNITINE

Il existe des différences notoires dans l'activité des deux formes (isomères L ou D) de la carnitine, la forme L étant la forme active mais aussi la plus chère comparativement au mélange des deux formes L et D ! En effet, la forme D n'est pas active dans l'organisme, il s'agit d'une forme artificielle obtenue par synthèse industrielle. En conséquence,

- La forme L (levogyre) est la seule physiologiquement active, car reconnue par l'organisme, et l'on devrait s'attendre à une efficacité réduite de la carnitine de moitié lors de l'utilisation du mélange de synthèse D et L.
- la forme D (dextrogyre) est non seulement inactive mais pourrait aussi diminuer l'activité de la forme L, par compétition.

Par ailleurs la supplémentation en L carnitine ne se conçoit qu'en synergie avec un apport en :

- vitamine C (acide ascorbique) qui intervient dans la synthèse endogène de carnitine et la réponse métabolique au stress d'effort ;
- vitamine B12 qui stimule l'érythropoïèse et permet de maintenir le transport d'oxygène, par les globules rouges, vers le muscle au cours de la phase aérobie du métabolisme énergétique.

BESOINS ET SUPPLEMENTATION RECOMMANDES

Quelles sont les doses nutritionnelles minimales efficaces de L carnitine lors d'effort intense chez le cheval ? Celui-ci est classiquement nourri de céréales et de foin, produits végétaux pauvres en carnitine, alors que les principales sources se trouvent dans les produits d'origine animale, la viande de mouton étant la plus riche (210 mg pour 100 g). Les figures 2 et 3 fournissent les données relatives à la concentration en L carnitine de matières premières usuelles. La synthèse réalisée par l'organisme à partir de méthionine et de lysine semble suffisante pour assurer un fonctionnement normal de l'organisme, dans les conditions habituelles de l'exercice chez le cheval qui est plus souvent un sprinter long qu'un marathonien. L'adjonction systématique de carnitine lors de la fabrication d'un aliment industriel ne peut être envisagée car le coût serait trop lourd. La sup-

plémentation nutritionnelle se justifie dès lors qu'on apporte au cheval une ration enrichie en matière grasse pour l'aider à soutenir un effort physique prolongé.

Chez le cheval les doses utilisées oscillent entre 10 et 20 mg par kg et par jour ce qui donne une quantité de l'ordre de 5 à 10 g par jour et par cheval, alors que chez l'homme et le chien les doses utilisées sont plus élevées (Tableau 1).

Une question qui n'a jamais été complètement élucidée est de savoir si une supplémentation en L carnitine augmente la teneur en L carnitine dans le muscle. Dans l'affirmative, il semblerait donc possible que l'utilisation des lipides dans la mitochondrie soit accrue. Dans le cas où il n'y aurait pas d'amélioration, la supplémentation ne se justifierait pas. Au contraire, par un jeu de régulations métaboliques, l'excès de carnitine dans le cytoplasme cellulaire serait défavorable à l'épargne du glycogène musculaire.

En effet, la L carnitine améliorerait le turn-over de l'acétyl-carnitine qui entraînerait une chute du rapport AcetylCoA/CoA, stimulant l'activité de la pyruvate deshydrogénase qui activerait l'oxydation du glucose et par là même empêcherait l'épargne du glycogène musculaire.

Or la plupart des travaux, chez l'homme et le cheval, soulignent que la supplémentation en L carnitine, si elle augmente la

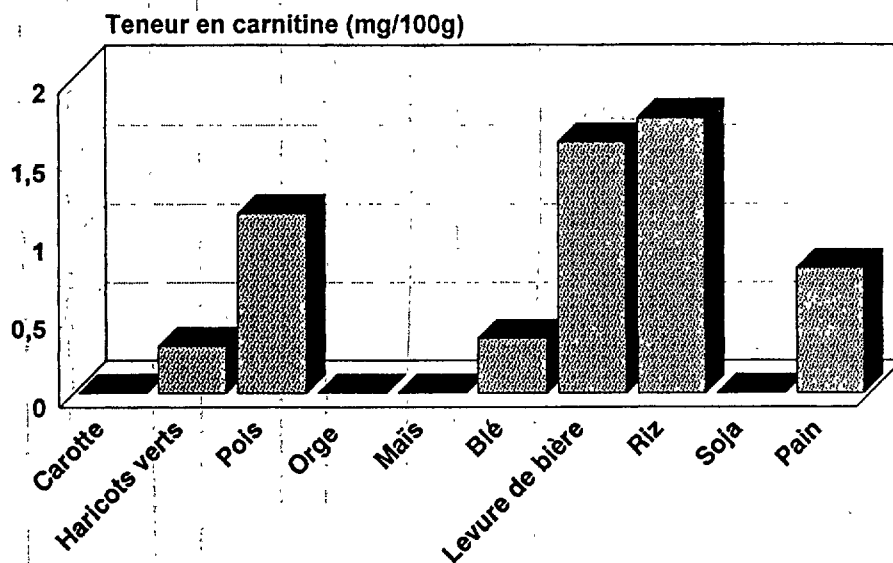


Figure 2 : Concentration en carnitine de matières premières d'origine végétale.

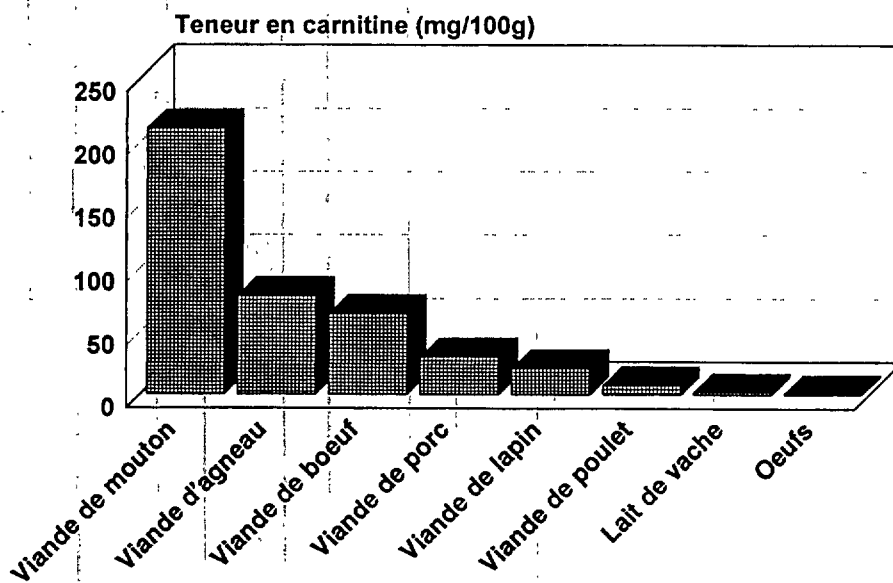


Figure 3 : Concentration en carnitine de matières premières d'origine animale.

	Dose mg/kg/jour	Quantité g/animal
Cheval 500 kg	10-20	5-10
Chien 20 kg	50-100	1-2
Homme 70 kg	10-100	1-7

Tableau 1 : Dose de L carnitine distribuée chez le cheval par comparaison avec l'homme et le chien.

disponibilité de la carnitine plasmatique, n'en modifie pas la teneur dans le muscle. Les auteurs en déduisent que la supplémentation de L carnitine par voie orale présente peu d'intérêt chez le cheval correctement nourri et que la carnitine présente dans le muscle suffit à assurer l'oxydation des lipides.

A titre d'exemple, l'administration par voie orale de 10 g de carnitine double sa concentration dans le plasma après 4 heures avec un retour à la normale en 12 heures et sans aucune trace d'augmentation de carnitine dans les urines de 24 heures. Par comparaison, l'injection par voie intraveineuse de la même quantité se retrouve éliminée à 90 % dans les urines dans les 24 heures. Le temps de demi-vie est estimé à 20 minutes avec formation de dérivés acétylés de carnitine dans le plasma. Il faut cependant noter que ces mesures ont été effectuées sur des chevaux alimentés avec des régimes normaux (4-6 % de matières grasses) alors que le cheval peut supporter des teneurs de 12 % en graisses, de préférence d'origine végétale à teneurs élevées en acides gras insaturés et à chaînes courtes.

LA CARNITINE AU BANC D'ESSAI

Nous avons mené des expériences sur poneys, dans différentes conditions expérimentales, avec des régimes enrichis en matières grasses (12-15 %

par rapport à des régimes témoins, à raison de 6 g de carnitine (L ou DL) par jour pendant 30 jours. La capacité physique des poneys était évaluée par des tests d'effort bien standardisés soit à la longe automatique soit sur un tapis roulant.

Un premier protocole a consisté à rechercher les effets de la supplémentation pour la pratique d'un exercice à vitesse progressivement croissante. Les résultats étaient les suivants :

- Pas d'effet sur les taux plasmatiques d'acides gras, la glycémie et les autres paramètres biochimiques ;
- Pas de différences d'activité entre les deux formes L et DL, pas d'antagonisme apparent ;
- Augmentation des paramètres physiologiques ($V\dot{V}_4$, $V\dot{V}_{200}$..) et hématologiques indiquant une amélioration de la capacité physique aérobie.

Un second protocole a consisté à étudier les effets de la supplémentation par un test d'endurance de 3 à 4 heures à vitesse constante (70 % de la fréquence cardiaque maximale). On a observé des résultats plus probants :

- Amélioration du temps de course ;
- Utilisation accrue des acides gras et meilleure stabilité de la glycémie ;
- Supériorité de la forme L par rapport à la forme DL, elle-même supérieure au placebo.

CONCLUSION

La supplémentation en carnitine présente donc un réel intérêt lorsque les conditions suivantes sont simultanément réunies :

- 1. le cheval doit pratiquer un effort d'endurance (plusieurs heures);**
- 2. le cheval doit recevoir une ration enrichie en matière grasse (8% minimum) depuis au moins 3 semaines avant l'épreuve;**
- 3. Le cheval doit suivre un entraînement foncier régulier tout en recevant cette ration enrichie ;**
- 4. La supplémentation en carnitine doit être de 1 g/100 kg/j pendant au moins 3 semaines avant l'épreuve.**