

Modifications des fréquences cardiaques et respiratoires  
en relation avec un traitement à base de L-carnitine  
chez le cheval de concours hippique

Dr. méd.vét Stéphane MONTAVON, Pratique pour chevaux, CH-1284  
Chancy/GE

**Résumé:**

Nous avons pu mettre en évidence à l'aide d'un test physique léger, effectué avant et après un traitement à la L-Carnitine de trente jours, à raison de 2 x 5g de poudre par jour, une réduction significative des fréquences cardiaques et respiratoires chez le cheval de saut en entraînement moyen.

A l'image des expériences rapportées en médecine humaine, des réductions de même ordre, soit de 20% pour la fréquence cardiaque et de 35% pour la fréquence respiratoire ont été constatées. Ces mesures donnent à la L-Carnitine un rôle prépondérant dans le métabolisme du système cardio-vasculaire et musculaire.

**Mots clés:** L-carnitine, fréquence cardiaque, fréquence respiratoire, cheval, saut d'obstacle

---

Modifications of cardiac and respirators frequencies in  
relation with a L-Carnitine treatment in the  
showjumping horse

**Summary:**

We could demonstrate with an easy reliable physic test, realised before and after a thirty days treatment, based on L-Carnitine in powder form (5g BID) a significant reduction of cardiac and respiratory frequencies in the regular trained showjumping horse.

As already published in the human medicine, reductions in the same range, such as 20% for the cardiac and 35 % for the respiratory frequencies could be observed. Those results gives to the L-Carnitine a important role in the metabolism of the cardiovascular and the musculoskeletal system.

**Keywords:** L-carnitine, cardiac frequency, respiratoriy frequency, horse, showjumping

## 1. Introduction:

La L-carnitine est un élément naturel contenu dans certains microorganismes, animaux et plantes. On en trouve de grosses quantités dans les muscles squelettiques et cardiaques des mammifères, alors que les plantes en contiennent très peu (Bremer, 1983; Panter et al., 1969).

La L-carnitine joue un rôle très important dans le métabolisme énergétique. Elle est connue dans un premier temps comme facteur essentiel lors du transport de longues chaînes d'acides gras dans les mitochondries (Bremer, 1983; Fritz, 1955). Ces dernières produisent de très grosses quantités de molécules riches en ATP, nécessaires à la contraction musculaire. On sait également aujourd'hui que la L-carnitine est associée à d'autres phases du métabolisme des graisses et des hydrates de carbone. Elle stimule notamment la lipolyse et la thermogénèse, occupant ainsi une position primordiale dans le métabolisme périnatal (Biber, 1988; Biber et al., 1982; Borum, 1983).

De très grosses quantités de L-carnitine on déjà été mesurées dans la musculature squelettique (24-31 mmol/kg d.m) et cardiaque du cheval, indiquant par là, qu'elle était nécessaire au bon fonctionnement du système musculaire et à d'autres processus métaboliques (Foster et al., 1992; Foster et al., 1987).

La biodisponibilité de la L-carnitine est assurée chez les mammifères par l'alimentation et une biosynthèse endogène. La viande et les produits laitiers en sont riches alors que les céréales et les fourrages verts en sont pauvres. Le cheval est donc plutôt dépendant d'une biosynthèse endogène. Sa biosynthèse est assurée dans le foie et les reins à partir de deux acides aminés, la lysine et la méthionine (cf figure 1).

De part ce fait, et lors de besoins accrus en L-carnitine d'ordre physiologique (Costill et al., 1979), des manques peuvent conduire à une production énergétique déficiente et à des phénomènes pathologiques (Rebouche et al., 1983). Plusieurs syndromes cliniques causés ou associés à une déficience en L-carnitine ont été décrits chez l'homme et se résument en trois formes primaires: une manque systémique, myopathique et mixte. Des syndromes de déficiences secondaires ont également été observés et caractérisés par une limite de la performance et c'est ce genre de symptômes qui pourraient être particulièrement importants pour des athlètes tels que les chevaux (Ashbrook, 1986; Rebouche et al., 1983; Roe et al., 1983)

Dans le métabolisme des équidés, les besoins en L-carnitine sont augmentés dans les cas suivants:

- efforts physiques importants,
- poulains et jeunes chevaux jusqu'à trois ans,
- en condition de stress métabolique, à savoir:
  1. gestation et lactation
  2. infection
  3. stress dû au froid
- alimentation très riche en acides gras,
- étalons pendant la saison de monte.

Dans ces conditions, lorsque les besoins en L-carnitine s'avèrent insuffisants, une supplémentation peut revêtir un intérêt prophylactique et thérapeutique intéressant.

### Fonctions de la L-carnitine lors d'exercices d'endurance:

On sait que dans ce genre d'exercice, la source primaire d'énergie sont les graisses. De nombreuses expériences ont démontrés la corrélation entre la L-carnitine et la capacité d'oxydation des acides gras contenus dans les cellules musculaires. La biodisponibilité de la L-carnitine peut donc constituer un facteur limitatif d'énergie lors d'efforts à long terme. On rapporte également qu'une addition de L-carnitine augmente les niveaux plasmatiques et musculaires et ainsi améliore les performances physiques chez l'homme et l'animal (Eclache et al., 1979; Foster et al., 1989; Foster et al., 1988; Marconi et al., 1985; Negrao et al., 1987; Perez et al., 1986).

L'entraînement augmente cette capacité de la musculature équine à utiliser les acides gras. L'adjonction de L-carnitine est donc vitale à cet effet.

### Fonctions de la L-carnitine lors d'exercices rapides:

On sait encore que la source primaire d'énergie lors d'exercices rapides sont les hydrates de carbones. Leurs métabolismes passent par le cycle de Krebs. La concentration de coenzyme A (CoA) libre dans la cellule musculaire du cheval est faible par rapport aux nombre de processus musculaires qui en dépendent. De récentes expériences ont démontrés que chez le cheval, comme chez d'autres espèces, la L-carnitine jouait un rôle prépondérant dans le métabolisme des hydrates de carbones en régulant la production d'AcylCoA en provenance du pyruvate. L'acylcarnitine formée en cette circonstance fonctionne comme réservoir de production énergétique pendant les périodes d'échauffement ou/et de récupération et peut même bloquer la production de lactate, contribuant ainsi à augmenter la résistance à la fatigue (Foster et al., 1989a et 1989b; Foster et al., 1987a et 1987b).

Les avantages d'une adjonction de L-carnitine se résument donc de la manière suivante:

1. Augmentation de la résistance à la fatigue et amélioration de la performance,
2. Constitution d'un stock énergétique utilisable pendant les périodes d'échauffement et de récupération.

La L-carnitine joue donc un rôle essentiel en permettant et facilitant le passage d' Acyl-CoA à travers la membrane mitochondriale et se trouve démontré dans la figure 2.

### La L-carnitine et son effet sur les fréquences cardiaques et respiratoires:

Il nous a paru intéressant de démontrer l'effet de la L-Carnitine sur les fréquences cardiaques et respiratoires en imaginant un modèle d'exercice léger qui pouvait standardiser un effort intense et rapide, à l'image de ce que doivent fournir des chevaux de CSO. Il nous a semblé logique de penser qu'une adjonction de L-carnitine sous forme de poudre, à raison de 2 x 5 grammes par jour pourrait être bénéfique sur les dites fréquences. C'est ce que cette étude s'est proposée de vérifier.

## 2. Matériel et méthode:

Cette expérience a eu lieu sur territoire genevois, en clientèle équine privée. Un examen de santé qui a compris les mesures de température, pouls et respiration, a été effectué au jour 0 (J0), et après un mois de traitement à la L-Carnitine, soit au jour 30 (J30), au repos et immédiatement après un test physique léger (intervalle maximum de 3 minutes). Les fréquences cardiaques et respiratoires ont été mesurées à l'aide d'un stéthoscope sur 60 secondes alors que les mesures de températures rectales ont été mesurées à l'aide d'un thermomètre digital indiquant des valeurs au dixième de degré.

Ce test physique a été imaginé de la manière suivante:

1. Examen physique de santé avant effort (PRT),
2. Période d'échauffement de 15 minutes,
3. Galop de 10 min à 350 m/min sur chaque main d'un cercle de 30 mètres de diamètre.
4. Examen physique de santé après effort (PRT).

La L-Carnitine, sous forme de poudre<sup>1</sup>, a été distribuée avec la nourriture concentrée. La dose quotidienne administrée a été de 10g/jour répartie en deux fois, soit 5 g par administration, et ce, pendant trente jours. Nous savions en effet, qu'une meilleure répartition du taux sérique de L-carnitine était atteinte en distribuant la dose en plusieurs fois et le dosage de 10 g/jour était recommandé pour des chevaux de CSO avec entraînement moyen (Foster, 1987; Foster et al., 1988; Foster et al., 1989a; Foster et al., 1989b). Les conditions atmosphériques à 30 jours d'intervalle étaient tout à fait comparables (mois de juillet 1994; température: 25 degrés, humidité relative: 25 - 30 %).

Deux groupes de 10 chevaux ont été utilisés:

1. Groupe de chevaux de contrôle: 10 chevaux de concours hippique disputant des épreuves de CSO à 120 cm et montés par des cavaliers de concours amateurs.
2. Groupe de chevaux sous L-Carnitine: 10 chevaux de concours hippique disputant des épreuves de CSO à 120 cm et montés par des cavaliers concours amateurs.

Les chevaux choisis étaient âgés d'au minimum 6 ans et ont été reconnus francs et sains. Une alimentation standard à base de graines (avoine ou orge) et de foin a été acceptée. L'alimentation de grands moulins avec additifs et compléments alimentaires inconnus étaient exclus. L'usage d'une pierre à sel a été tolérée.

## 3. Résultats:

Les résultats ont été analysés par l'Institut de Zootechnie de l'Université de Berne, sous la responsabilité du Prof. Gaillard à l'aide des programmes SAS (1990) et sont représentés dans le tableau 1.

**Fréquence cardiaque:** aucune différence n'est apparue entre les deux groupes au jour 0. La fréquence cardiaque n'est donc pas significativement différente avant le test physique, ni après ce dernier. Par contre, une différence existe au terme des trente

---

<sup>1</sup> L-Carnitine fournie par Lonza Ltd, CH-4002 Bâle

jours de traitement pour le groupe 2. La fréquence cardiaque est déjà plus basse en moyenne (29.6 < 31.8) avant le test physique entre les deux groupes ( $P < 0.05$ ). Cette différence est statistiquement significative. Elle l'est également à l'intérieur du groupe 2 entre les deux fréquences cardiaques avant le test physique, avant et après traitement (29.6 < 30.4). De plus, après le test physique cette différence est encore plus significative entre les deux groupes ( $P < 0.01$ ), avec des valeurs en moyenne de 20% plus basses (68 < 85.3). Cette différence très significative se retrouve également entre les fréquences cardiaques du groupe 2 après le test physique (68 < 81).

**Fréquence respiratoire:** aucune différence n'a pu être mise en évidence entre les deux groupes au jour 0, ni avant ni après le test physique. Par contre, après les trente jours de traitement, mais à l'instar des fréquences cardiaques, seule la fréquence respiratoire après le test physique entre les deux groupes était très significativement différente ( $P < 0.01$ ) avec des valeurs en moyenne 35% plus basses (44.3 < 65.8). On retrouve cependant également une différence très significative des fréquences respiratoires après le test physique dans le groupe 2 (44.3 < 57.9)

**Températures rectales:** aucune différence statistiquement significative n'a pu être mise en évidence entre les deux groupes, que ce soit avant ou après le test physique et ce, avant et après traitement. Une augmentation, induite par l'effort, a cependant été constatée dans les deux groupes.

#### 4. Discussion:

Conformément à ce qui a déjà été démontré en partie chez le cheval (Kosolcharoen et al., 1981; Art et al., 1991; De Burlin et al., 1994) mais surtout chez l'humain (Schiavoni et al., 1983), la fréquence cardiaque peut être régulée et surtout abaissée lors de traitement à la L-Carnitine et ce, démontré au terme d'un effort physique même léger. Ce résultat serait à mettre en rapport avec l'effet inotrope, dromotrope et chronotrope positif de la L-Carnitine que certaines études ont déjà démontré chez l'humain (Giordano et al., 1983). De plus cette baisse se retrouve également chez le cheval, décrite chez plusieurs auteurs (Art et al., 1991; Souffleux, 1994).

Il nous a semblé très intéressant de pouvoir constater que la fréquence cardiaque, en moyenne déjà significativement plus basse avant le test physique, pouvait être en quelque sorte assimilée à un entraînement au boxe. Cette théorie a également été avancée chez l'humain et se trouve encore à l'heure actuelle très discutée.

Après le test physique, la baisse de 20 % par rapport au groupe 1 correspond aux valeurs déjà enregistrées chez l'humain et serait à mettre en relation avec une corrélation négative entre le taux d'ATP nécessaire aux fonctions cardiaques mécaniques et celui du lactate sérique qui représente un facteur limitatif de forme physique (Böhles et al., 1986). Nous sommes conscient du fait que vu les valeurs de fréquences cardiaques moyennes obtenues après effort, celles-ci reflètent un effort léger, en dessous du seuil de lactémie critique de 4 mmol/L (Wolter, 1994). Il est à notre avis, encore plus intéressant de

constater cette baisse de fréquence cardiaque lors d'efforts physiques en dessous du seuil d'anaérobiose, indiquant par là, l'efficacité de la L-Carnitine.

A notre connaissance, aucune étude n'a pu mettre en évidence une baisse de fréquence respiratoire chez le cheval après un traitement à la L-Carnitine. Cet effet est déjà connu chez l'humain, serait à mettre en relation avec une absorption d'oxygène réduite et une meilleure ventilation pulmonaire du groupe traité à la L-Carnitine (Bremer et al., 1983). La baisse de 35 % relevée dans notre étude est impressionnante et nous a permis d'apprécier la qualité de la respiration après effort physique, marquée par une régularité et une profondeur hors du commun.

Nous savons en outre que la fréquence respiratoire est particulièrement influencée par les conditions atmosphériques: température ambiante et taux d'humidité (Rose, 1983, Art et al., 1988). Certains auteurs décrivent d'ailleurs la fréquence respiratoire comme un index peu fiable pour l'évaluation de la condition physique chez le cheval (De Burlin, 1994).

En ce qui concerne les températures rectales, aucune différence statistique n'a pu être mise en évidence lors de notre étude, ce qui n'avait également pas pu être démontré chez le cheval (De Burlin et al., 1994) mais avait été largement suggérée chez l'humain.

## 5. Conclusions:

Nous avons pu démontrer, à l'aide d'un test physique léger, effectué après un traitement à la L-carnitine de trente jours, à raison de 2x 5g de poudre par jour, une réduction significative des fréquences cardiaques et respiratoires chez le cheval de CSO en entraînement moyen. A l'image des expériences rapportées en médecine humaine, des réductions de même ordre, soit de 20 % pour la fréquence cardiaque et de 35 % pour la fréquence respiratoire ont été constatées. Ces mesures donnent à la L-Carnitine un rôle prépondérant dans le métabolisme du système cardio-vasculaire et musculaire. Lors de conditions météorologiques comparables nous avons également pu observer une baisse de la fréquence respiratoire.

Aucune différence n'a pu être mise en évidence en ce qui concerne les températures rectales.

## Remerciements:

Nos remerciements s'adressent tout particulièrement au Prof. Cl. Gaillard pour son soutien lors de l'évaluation statistique de ces données ainsi qu'à tous les propriétaires de chevaux qui ont bien voulu mettre à disposition leurs montures à disposition pour des fins expérimentales.

## Zusammenfassung:

### Veränderungen der Herz- und Atmungsfrequenz in Zusammenhang mit einer Behandlung auf Basis von L-Carnitine beim Springpferd

An Hand einem physischen Test, war es möglich eine bedeutende Verminderung der Herz- und Atmungsfrequenz des im Durchschnitt trainierten Springpferd festzustellen und das, nach einer Behandlung mit L-Carnitine in Pulverform über dreissig Tage zu 2 x 5g pro Tag gemessen.

Genau wie die, in der Humanmedizin schon publizierten Daten, sind Verringerungen in gleichen Ausmass aufgetreten, d.h. 20% bei der Herzfrequenz und 35% bei der Atmungsfrequenz. Solche Messungswerte bezeugen die entscheidende Rolle, die der L-Carnitine im Kreislauf- und Muskelsystem zukommt.

## Riassunto:

### Modificazioni della frequenza cardiaca e respiratoria in relazione a un trattamento a base di L-Carnitina nel cavallo da slato

Grazie a un test fisico leggero, effettuato dopo la somministrazione giornaliera di 2 x 5g di L-Carnitina in polvere per trenta giorni, abbiamo potuto misurare una netta riduzione della frequenza cardiaca e respiratoria nel cavallo da salto sottoposto a un allenamento medio.

Come da esperienze condotte in medicina umana abbiamo constatato delle riduzioni simili che corrispondono al 20% per la frequenza cardiaca e al 35% per quella respiratoria. Questi risultati dimostrano che la L-Carnitina gioca un ruolo primordiale nel metabolismo del sistema cardio-vascolare e muscolare.

## Littérature:

- Art T., Lekeux P. (1988). Effect of environmental temperature and relative humidity on breathing pattern and heart rate in ponies during and after standardised exercise. *Vet Rec* 123: 295-299.
- Art T., Lekeux P. (1991). Physiologie de l'effort et médecine sportive équine. *Pratique Vétérinaire Equine*, 23, 5-14.
- Ashbrook, D.W. (1986). Carnitine supplementation in human carnitine deficiency. In: *Clinical Aspects of Human Carnitine Deficiency*. Ed.: P.R. Borum, Pergamon Press, New York, pp. 120-134.
- Bieber, L.L. (1988). Carnitine. *Am. Rev. Biochem.* 57, 261-283.
- Bieber, L.L., Valkner, K. and Farrel, S. (1982). Carnitine acyltransferase of liver peroxysomes. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 386, 395-396.
- Böhles H., Noppeney T., Akcetin Z., Rein J., von der Emde J. (1986). The effect of preoperative L-carnitine supplementation on myocardial metabolism during aorto-coronary-bypass surgery. *Current Therapeutic Research* 39: 429-435.
- Borum, P.R. (1983). Carnitine. *A. Rev. Nutr.* 3, 233-259.
- Bremer, J. (1983). Carnitine - metabolism and functions. *Physiol. Rev.* 63, 1421-1480.
- Costill, D.L., Fink, W.T., Getchell, L.H., Ivy, T.L. and Witzmann, G.A. (1979). Lipid metabolism in skeletal muscle of endurance - trained males and females. *J. Appl. Physiol.* 47, 787-791.
- De Burlin N., Art T., Amory H., Votion D., Lekeux P. (1994). Tests standardisés de routine pour l'évaluation de la condition physique chez les chevaux d'endurance. *Pratique Vétérinaire Equine*, 26, 25-30.
- Eclache, J.P., Ouard, S., Carrier, H., Berthillier, G., Marnot, B. and Eichenberger, D. (1979) Effets d'une adjonction de carnitine au régime alimentaire sur l'exercice intense et prolongé. Place de l'alimentation dans la préparation biologique à la compétition. *C.R. Colloque St. Etienne*, 163-171.
- Foster, C.V.L. (1989). Aspects of carnitine metabolism and function in the horse. PhD. thesis, C.N.N.A., U.K.
- Foster, C.V.L. and Harris, R.C. (1987a). Changes in free and bound carnitine in muscle with maximal sprint exercise in the thoroughbred horse. In: *Equine Exercise Physiology 2*. Eds.: J.R. Gillespie and N.E. Robinson. ICEEP Publications, California, pp.332-340.
- Foster, C.V.L. and Harris, R.C. (1987b). Formation of acetylcarnitine in muscle of horses during high intensity exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 56, 639-642.
- Foster, C.V.L. and Harris, R.C. (1989). Plasma carnitine concentrations in the horse following oral supplementation using a triple dose regime. *Equine Vet. J.* 21, 376-377.
- Foster, C.V.L. and Harris, R.C. (1992). Total carnitine content of the middle gluteal muscle of thoroughbred horses. Normal values, variability and effect of acute exercise. *Equine Vet. J.* 24, 52-57.
- Foster, C.V.L., Harris, R.C. and Pouret, E.J.M. (1989a). Survey of plasma carnitine concentrations in 74 thoroughbred horses at stud and in training. *Equine Vet. J.* 21, 139-141.
- Foster, C.V.L., Harris, R.C. and Pouret, E.J.M. (1989b). Effect of oral L-carnitine on its concentration in the plasma of yearling thoroughbred horses. *Vet. Rec.* 125, 125-128.



Foster, C.V.L., Harris, R.C. and Rosedale P.D.(1987). Tissue carnitine concentrations in fetuses, neonates and adult horses. *J. Reprod. Fert. Suppl.* 35, 739-740.

Foster, C.V.L., Harris, R.C. and Snow, D.H.(1988). The effect of oral L-carnitine supplementation on the muscle and plasma concentrations in the thoroughbred horse. *Comp. Biochem. Physiol.* 91(A), 827-835.

Fritz, I.B.(1955). The effect of muscle extracts on the oxydation of palmitic acid by liver slices and homogenates. *Acta Physiol. Scand.* 34, 367-385.

Giordano M.P., Corsi M., Falcone M. and Gabasio C. (1983). Effect of L-Carnitine on systolic time intervals in coronary artery disease. *Current Therapeutic Research* 33: 305-311.

Kosolcharoen P., Nappi J., Peduzzi P., Shug A.Z., Patel A., Filipek T. and Thomsen Th. (1981). Improved exercise tolerance after administration of carnitine. *Curr. Ther. Res* 30, 753-764.

Marconi, G., Sassi, G., Carpinelli, A. and Cerretelli, P.(1985). Effects of L-carnitine loading on the aerobic and anaerobic performance of endurance athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.* 54, 131-135.

Negrao, C.E., Ji, L., Schauer, J.F., Nagle, F.J. and Hardy, H.A.(1987). Carnitine supplementation and depletion: tissue carnitine and enzymes in fatty acid oxydation. *J. Appl. Physiol.* 63, 315-321.

Panter, R.A. and Mudd, J.B.(1969). Carnitine levels in some higher plants. *FEBS Lett.* 5, 169-170.

Perez, G.E.N., Casado, J.J.A., Mollerach, M., Caprile, A.W. and Canbet, J.C.(1986). Action of L-carnitine on the submaximal work time and lipid metabolism in trained subjects. In *Clinical Aspects of Human Carnitine Deficiency*. Ed.: P.R. Borum, Pergamon Press, New York, p. 44.

Rebouche, C.J. and Engel, A.G.(1983). Carnitine metabolism and deficiency syndromes. *Mayo Clin. Proc.* 58, 533-540.

Roe, C.R., Hoppel, C.L., Stacey, T.E., Chalmes, R.A., Tracy, B.M. and Millington, D.S.(1983). Metabolic response to carnitine in methylmalonic acidurias: an effective strategy for the elimination of propionyl groups. *Arch. Dis. Childh.* 58, 916-920.

Rose, R.J.(1983). An evaluation of heart rate and respiratory rate recovery for assessment of fitness during endurance rides. In: *Equine Exercise Physiology*, Snow JR, Persson SGB, Rose RJ (Eds), Cambridge, Granta Editions, 505-509.

Schiavoni G., Pennestri F., Mongiardo R., Mazzari M. and Manzoli V. (1983). Cardiodynamic effects of L-Carnitine in ischemic cardiopathy. *Drugs Under Experimental and Clinical Research* 9:171-185.

Souffleux G.(1994). Intérêt de l'utilisation de Rossovet Carnitine en préparation de derby d'attelage amateur. *Pratiquier Vétérinaire Equine*, 26, 241-248.

SAS.(1990). *SAS/STAT User's Guide*, SAS Institute Inc., Version 6, 4th Ed., Cary, North Carolina, USA.