

Communication brève

Effets en miroir de l'entraînement et du surentraînement sur la fonction somatotrope et la balance glucidolipidique à l'exercice ☆

Effects out of mirror of the drive and overtraining on the somatotrophic function and the glucido-lipidic balance with the exercise

I. Aloulou, J. Manetta, M. Dumortier, F. Brandou, E. Varlet-Marie *,
C. Fédou, J. Mercier, J.-F. Brun

Service central de physiologie clinique (Ceramm), CHU Lapeyronie, 34295 Montpellier cedex 5, France

Résumé

Objectif. – Confirmer l'hypothèse suivant laquelle le surentraînement aurait des effets inverses sur l'utilisation des substrats et la fonction somatotrope.

Exposé des faits. – L'entraînement a des effets différents selon ses caractéristiques et son niveau. Il semble y avoir deux types d'entraînement : celui qui amplifie l'aptitude à oxyder des lipides (puissances faibles) et celui qui accroît l'aptitude à oxyder des glucides (puissances élevées et/ou exercice intermittent). Le surentraînement inverse ces deux effets. L'axe somatotrope a une évolution parallèle à ces processus et semble impliqué dans ceux-ci.

Conclusion. – Ce schéma mérite d'être confirmé par des études supplémentaires.

© 2003 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

Objective. – To confirm the assumption whereby overtraining would have opposite effects on the utilisation of the substrates and the somatotrophic function.

Exposed facts. – The drive has different effects according to its characteristics and its level. It seems y to have two types of drive: that which amplify the aptitude to oxidize lipids (low powers) and that which accroit the aptitude to oxidize glucides (high powers and/or intermittent exercise). Overtraining reverses these two effects. The somatotrophic axis has an evolution parallel with these processes and seems implied in those.

Conclusion. – This diagram deserves to be confirmed by additional studies.

© 2003 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Entraînement ; Surentraînement ; GH ; Lipides ; Glucides ; IGFBP-3

Keywords: Training; Overtraining; Lipids; Carbohydrates; Calorimetry; GH IGF-I; IGFBP-3

1. Introduction

Il est bien établi que le choix des substrats énergétiques oxydés par l'organisme à l'exercice est dépendant des moda-

lités de cet exercice, et notamment de son intensité. Les exercices de puissance élevée, maximaux ou sous-maximaux, de même que les exercices intermittents, favorisent une utilisation préférentielle des glucides. Au contraire, les exercices à puissance basse utilisent en général de façon préférentielle les lipides (intramusculaires et/ou circulants). Ces derniers ont comme avantage sur les glucides leur abondance qui en fait un matériau virtuellement inépuisable. En fait, le développement de techniques de calorimétrie d'effort permettant d'évaluer cette balance des substrats de façon

☆ Communication présentée lors du XXII^e Congrès national de la Société française de médecine du sport, Angers 6–8 décembre 2002.

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : emmanuelle.varlet-marie@univ-montp1.fr
(E. Varlet-Marie).

routinière chez un grand nombre d'individus montre que ces données ne sont pas des vérités absolues mais sont sujettes à bien des variations individuelles.

L'entraînement module à l'évidence de façon assez rapide cette balance des substrats, qu'il peut modifier de manière très marquée. Classiquement, la donnée la mieux documentée est que l'entraînement en endurance amplifie l'aptitude à utiliser les lipides. Cette propriété importante présente des avantages dans le domaine sportif (amélioration de l'endurance avec épargne du glycogène réservé désormais aux exercices à puissance très élevée) et des avantages métaboliques importants en thérapeutique pour les maladies de surcharge (obésité, diabète), caractérisées justement par un déficit d'utilisation des lipides à l'exercice.

2. Ambivalence des effets de l'entraînement sur la balance des substrats

Deux types de travaux portent sur l'entraînement en endurance et la balance des substrats. Des travaux concernant des sujets sédentaires (obèses, diabétiques non insulino-dépendants, ou sujets témoins), et des travaux concernant des groupes de sportifs. Chez les sédentaires, l'entraînement est en général entrepris à des puissances moyennes ou basses (< 50 % de VO_2max) et détermine de façon constante une augmentation nette de l'utilisation oxydative des lipides à l'exercice. Chez des athlètes, on peut cependant observer une amplification de l'utilisation des glucides à l'exercice. Il s'agit d'entraînements prolongés à puissance élevée, au-dessus du seuil ventilatoire : c'est le cas, par exemple, de l'entraînement des cyclistes.

On en vient à considérer une dualité de l'effet métabolique de l'entraînement : s'il est réalisé de façon prolongée et régulière dans la zone des puissances basses qui est celle où l'on oxyde préférentiellement les lipides, c'est bien l'utilisation des lipides qui est amplifiée, et cela de façon très marquée et assez rapide. À l'opposé, l'entraînement à puissance élevée (et/ou l'entraînement aux exercices intermittents combinant accélérations et arrêts) sollicite l'utilisation des glucides et amplifie l'aptitude de l'organisme à utiliser largement ces substrats pour l'oxydation.

Nous proposons donc de distinguer schématiquement deux types d'entraînement : celui qui amplifie l'aptitude à oxyder des lipides (entraînement à puissances faibles) et celui qui accroît l'aptitude à oxyder des glucides (entraînement à puissances élevées et/ou exercice intermittent).

En réalité, il est logique de penser que des entraînements combinant les deux variétés d'exercice peuvent amplifier conjointement la capacité à utiliser les deux catégories de substrats.

3. Effets du surentraînement sur la balance des substrats

Il existe un ensemble de données indiquant que la balance des substrats est perturbée dans certains états de surentraînement.

En fait, on observe des données en apparence paradoxales. Il est classique de décrire à la fois une accumulation accrue de lactates lors des exercices à puissance basse, avec abaissement des seuils ventilatoires et lactiques. Si l'on interprète ces données selon le modèle du *cross-over concept* proposé par Brooks et Mercier, cela doit traduire une moindre utilisation de lipides et une dépendance accrue vis-à-vis des glucides. En faveur de cette interprétation, la notion de déplétions glycogéniques fréquentes et d'hypoglycémies d'effort. En revanche, dans les puissances élevées, la production de lactates est moindre, ce qui devrait traduire un déficit d'utilisation des voies glycolytiques.

Chez les footballeurs professionnels, lorsque le score de surentraînement tend à s'élever, nous avons souvent observé à la calorimétrie d'effort une diminution de l'utilisation des lipides et une dépendance plus marquée vis-à-vis des glucides.

4. Effets de l'entraînement et du surentraînement sur l'hormone somatotrope

Il est désormais bien établi que l'entraînement en endurance amplifie la sécrétion de l'hormone somatotrope (GH), de même que les réponses à l'effort de certaines hormones de contre-régulation : adrénaline, β -endorphine, tandis qu'il semble plutôt réduire les réponses d'ACTH et de glucagon. À l'opposé le surentraînement du sportif entraîne une dysfonction hypothalamique dont un des éléments les plus caractérisés est un blocage de la sécrétion de GH à des tests de stimulation usuels (notamment l'hypoglycémie). Dans un groupe de volleyeurs caractérisés par des réponses de GH à l'exercice de très grande amplitude, nous avons noté que celles-ci s'amointrissent lorsque s'accroît le score de surentraînement. Nous proposons en 1997 [1] qu'il pourrait y avoir ainsi un effet biphasique de l'entraînement sur la réponse de GH. Un entraînement dans des limites tolérables amplifierait la sécrétion somatotrope, une surcharge pathologique aurait l'effet inverse, bloquant celle-ci. Cette hypothèse qui rendait ainsi compte des apparentes contradictions rapportées plus haut quant à l'effet de l'entraînement sur la réponse en GH a été parfaitement confirmée ultérieurement par Urhausen [2]. En fait, c'est l'activité sécrétoire de tout l'axe somatotrope (sécrétion de GH, niveaux d'IGF-I et d'IGFBPs) qui est amplifiée par l'entraînement en endurance. La question est rendue plus complexe par le fait qu'elle est aussi fortement influencée par les conditions nutritionnelles. Nous avons par exemple observé dans un échantillon de footballeurs professionnels que le principal déterminant de l'IGF-I est la réponse de GH. Les principaux déterminants de l'IGFBP-1 sont l'âge et la réponse de GH. Les principaux déterminants de l'IGFBP-3 sont l'âge, la corpulence, le score de surentraînement et l'équilibre alimentaire indiqué par les apports protidiques et caloriques. Le rapport IGF-I/IGFBP-3 est corrélé à l'âge, au pic de GH, et au score de surentraînement. La GH basale est corrélée négativement à la corpulence (et plus précisément à la masse

maigre). La réponse de GH à l'exercice dépend de la GH basale, de l'âge et de la corpulence (en particulier la masse grasse). Ainsi l'axe somatotrope des sportifs entraînés est régulé par l'âge, la composition corporelle, l'état nutritionnel, le niveau d'entraînement et de surentraînement... [3]

5. Conclusion : l'hypothèse des effets en miroir de l'entraînement et du surentraînement sur la balance des substrats

Les éléments de réflexion rassemblés plus haut ne constituent pas encore une démonstration mais fournissent un cadre conceptuel qui nous paraît éclairer un ensemble d'informations assez disparates, tels les effets rappelés plus haut du surentraînement sur la réponse lactatémique à haute et basse intensité d'exercice, la fréquence des hypoglycémies d'effort [4] et des déplétions glycogéniques, l'amplification de la réponse en GH et des niveaux d'IGFBP-3 lors de l'entraîne-

ment [1] et l'inversion fréquente de ces effets dans les états de surentraînement [2]. Ce schéma que nous proposons à titre d'hypothèse unificatrice nécessite cependant des études supplémentaires pour en confirmer le bien fondé.

Références

- [1] Peyreigne C, Brun JF, Monnier JF, Abecassis M, Fédou C, Raynaud E, et al. Interactions entre la fonction somatotrope et l'activité musculaire. *Science & Sports* 1997;12:4–18.
- [2] Urhausen A, Gabriel HHW, Kindermann W. Impaired pituitary hormonal response to exhaustive exercise in overtrained endurance athletes. *Med Sci Sport Exerc* 1998;30:407–14.
- [3] Fédou C, Brun J-F, Lumbroso S, Sultan Ch, Mercier J. Déterminants des paramètres de l'axe GH-IGF-I- IGFBPs chez des sportifs entraînés. *Annales d'Endocrinologie* 2000;61(n° 4):386.
- [4] Brun J-F, Dumortier M, Fédou C, Mercier J. Exercise Hypoglycemia in nondiabetic subjects. *Diabetes Metab* 2001;27:92–106.