

Communication brève

Le coût glucidique du watt sur ergocycle : une constante biologique ?

Carbohydrate cost of the watt on ergocycle: a reproducible biological parameter?

I. Aloulou, J.F. Brun *, J. Mercier

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

Reçu le 13 mars 2002; accepté le 3 juillet 2002

Résumé

Introduction – L'incrémentation du débit d'oxydation des glucides lors de l'exercice physique ramenée à l'unité de puissance est-elle un paramètre reproductible ?

Synthèse des faits – Une épreuve d'effort à quatre paliers de 6 minutes chacun a été réalisée chez 54 sujets. Le calcul calorimétrique est réalisé à la sixième minute de chaque palier. La moyenne du coût glucidique (\pm SEM) est de $0,22 \pm 0,001 \text{ mg min}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ watt}^{-1}$. Le sommet du premier quintile de distribution est à 0,16 et la limite basse du cinquième à $0,29 \text{ mg min}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ watt}^{-1}$.

Conclusion – Cette variable biologique semble être maintenue dans des limites homéostatiques étroites et peut présenter dans certaines situations cliniques des modifications marquées (par exemple : valeurs élevées dans certains cas d'hypoglycémie réactionnelle). © 2002 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

Introduction – Is the increase in carbohydrate oxidation at exercise related to power unit a reproducible parameter?

Results – Fifty four subjects performed a test consisting of four six-min. submaximal steady state workloads with calculation of substrate oxidation at the end of each step. The mean of the carbohydrate cost (\pm SEM) was $0,22 \pm 0,001 \text{ mg min}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ w}^{-1}$. The upper limit of the first quintile of distribution was 0,16 and the lower limit of the fifth one was $0,29 \text{ mg min}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ w}^{-1}$.

Conclusion – This biological parameter appears to be physiologically maintained within a narrow homeostatic range in some pathological conditions, values outside of this range can be found (eg. high values in subjects suffering from hypoglycemia). © 2002 Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS. All rights reserved.

Mots clés: Exercice; Calorimétrie indirecte; Glucide; Lipide; Hypoglycémie

Keywords: Exercise; Indirect calorimetry; Carbohydrate; Lipid; Hypoglycemia

1. Introduction

La calorimétrie indirecte (thermochimie respiratoire) permet lors de l'exercice physique de calculer les débits

respectifs d'utilisation des glucides et des lipides [3-4]. Ces calculs déterminent le « point de croisement » pour lequel les glucides représentent plus de 70 % de l'énergie fournie (niveau coïncidant approximativement avec le seuil lactique et le seuil ventilatoire) [1]. L'étude de la relation puissance/oxydation des lipides montre que celle-ci décrit une courbe en cloche plafonnant à un niveau de puissance auquel l'utilisation oxydative des lipides est maximale

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : drjfbun@aol.com (J.F. Brun).

(LIPOXmax) [2]. En revanche, l'étude de la relation puissance/oxydation des glucides montre que celle-ci augmente progressivement suivant une loi approximativement linéaire, de sorte que l'incrément d'oxydation glucidique au-dessus des valeurs basales semble pouvoir être ramené à l'unité de puissance. Nous avons voulu préciser ce point et définir des normes préliminaires de ce coût glucidique du watt sur ergo cycle.

2. Patients et méthodes

Ont été étudiés 54 sujets dont 24 sportifs, 11 obèses, 9 témoins sédentaires, 5 diabétiques de type II et 5 patients explorés pour hypoglycémies réalisant un test d'effort à la fin d'une épreuve de jeûne. Le test que nous avons déjà décrit [2] est réalisé sur une bicyclette ergométrique 800S Datalink, reliée à l'analyseur CPX Medical Graphic Cardio 2, pour l'analyse des échanges gazeux cycle à cycle. Après un échauffement initial à 20 % de la Puissance Maximale Prédite (PMP) de 3 min. Après cette phase d'échauffement, quatre paliers de six minutes chacun ont été réalisés respectivement à 30, 40, 50 et 60 % de la PMP. La part respective d'oxydation des glucides et des lipides est déterminée en appliquant la théorie de la calorimétrie indirecte qui utilise les formules suivantes :

$$\text{Glucides (mg/min)} = 4,585 \text{ VCO}_2 - 3,2255 \text{ VO}_2.$$

$$\text{Lipides (mg/min)} = -1,7012 \text{ VCO}_2 + 1,6946 \text{ VO}_2 \text{ [3-4].}$$

Ces calculs sont effectués à partir des valeurs moyennées de la 6^e minute de chaque palier. La pente de l'incrément du débit d'oxydation des glucides en fonction de la puissance est calculée par régression linéaire fournissant le coût glucidique du watt. La linéarité de ce paramètre en fonction de la puissance ainsi que sa reproductibilité ont été vérifiées et évaluées chez 9 sujets (3 femmes et 6 hommes d'âge moyen de $25,6 \pm 6,2$ ans et d'indice de masse corporelle moyen de $23,8 \pm 1,4 \text{ kg/m}^2$).

3. Résultats

La comparaison des différents ajustements mathématiques des points expérimentaux montre que la description de l'accroissement du débit d'oxydation des glucides en fonction de la puissance développée par une loi linéaire est satisfaisant (Tableau 1). Les autres lois décrivant une relation plus ou moins curvilinéaire ne présentent pas en moyenne un coefficient de corrélation plus élevé et si la comparaison des variances ne montre pas de différence significative sur le plan de la dispersion des valeurs, la variance observée pour la loi linéaire est la plus basse de l'échantillon de lois testées. Bien que les relations curvilinéaires donnent dans l'ensemble de bon coefficients de corrélation, la loi linéaire apparaît donc comme la description à la fois la plus simple et la plus constamment satisfaisante de la relation entre oxydation glucidique à l'effort et puissance. La moyenne du coût glucidique du watt ($\pm \text{SEM}$) est de $0,22 \pm 0,001 \text{ mg min}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ watt}^{-1}$. Le sommet du premier quintile de distribution est à 0,16 et la limite basse du cinquième à $0,29 \text{ mg min}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ watt}^{-1}$. Ce coût glucidique du watt est reproductible avec une différence moyenne de $9,2 \pm 28,4 \%$ et un coefficient de variation pour valeurs appariées de 15,9 % (Fig. 1). Chez des sujets explorés pour hypoglycémies, des valeurs élevées (quintile supérieur) atteignant dans un cas $0,6 \text{ mg min}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ watt}^{-1}$ sont retrouvées.

4. Discussion

Nous avons décrit en détail ailleurs [2] les aspects méthodologiques de cette approche du métabolisme énergétique à l'exercice par calorimétrie d'effort à 4 paliers courts. Nous proposons ici un nouveau paramètre visant à quantifier ce métabolisme, l'augmentation de l'utilisation des glucides en fonction de la puissance. Cette grandeur présente théoriquement un profil non linéaire, décrit comme une exponentielle croissante [1]. Toutefois, nos calculs

Tableau 1

Comparaison des différents ajustements mathématiques du débit d'oxydation des glucides en fonction de la puissance développée. Coefficients r obtenus en testant différentes lois de la régression (méthodes des moindres carrés) à partir des tests réalisés chez les 9 sujets ayant réalisé à deux reprises la calorimétrie d'effort à 4 paliers. Aucune différence significative entre les moyennes ni entre les variances

Ajustement	Moyenne	Minimale	Maximale	Écart type
Linéaire ($y = a x + b$)	0,957	0,827	0,999	0,047
Logarithmique ($y = a \cdot \log x$)	0,936	0,830	0,992	0,047
Exponentiel ($y = a e^x$)	0,951	0,773	0,999	0,059
Quadratique ($y = a x^2 + b$)	0,960	0,808	0,999	0,050
Hyperbolique ($y = a x + b$)	0,896	0,797	0,988	0,056
Géométrique ($y = a x^b$)	0,949	0,774	0,999	0,056
Cubique ($y = a x^3 + b$)	0,952	0,787	0,999	0,055

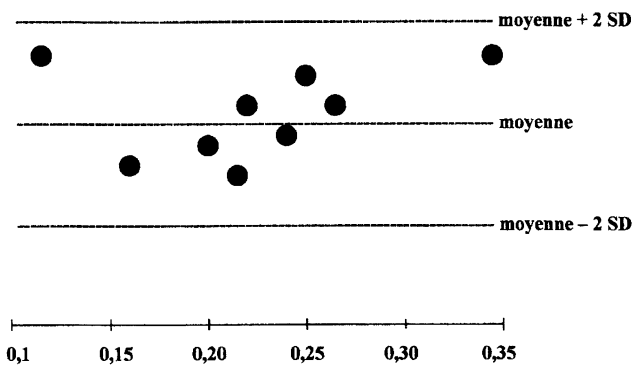


Fig. 1. Diagramme de Bland-Altman (comparent le deuxième test au premier pris pour référence chez les 9 sujets témoins). La différence moyenne du coût glucidique du watt est de $9,2 \pm 28,4$ %. Le coefficient de variation pour valeurs appariées est de 15,9 %.

montrent que le débit global d'oxydation des glucides dans la zone de puissances étudiée a un profil grossièrement linéaire et que les ajustements exponentiels ou logarithmiques ne sont pas meilleurs que les ajustements linéaires des points expérimentaux (Tableau 1). La majorité des valeurs

du coût glucidique du watt chez nos sujets sont comprises entre $0,16$ et $0,29 \text{ mg min}^{-1} \text{ kg}^{-1} \text{ watt}^{-1}$. Cependant, des valeurs plus élevées ont été observées chez des sujets explorés pour hypoglycémie. Ces données préliminaires suggèrent que la calorimétrie d'effort permet de calculer une variable biologique qui est normalement maintenue dans des limites homéostatiques étroites et qui peut présenter dans certaines situations cliniques des modifications marquées qui nécessiteront une étude plus approfondie.

Références

- [1] Brooks GA, Mercier J. Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept. *J Appl Physiol* 1994;76:2253–61.
- [2] Pérez-Martin A, Dumortier M, Raynaud E, Brun JF, Fédou C, Bringer J, et al. Balance of substrate oxidation during submaximal exercise in lean and obese people. *Diabetes Metab* 2001;27:466–74.
- [3] Peronnet F, Massicotte D. Table of non-protein respiratory quotient: an update. *Can J Sport Sci* 1991;16:23–9.
- [4] Peronnet F, Burelle Y, Massicotte D, Lavoie C, Hillaire-Marcel C. Respective oxidation of ^{13}C -labeled lactate and glucose ingested simultaneously during exercise. *J Appl Physiol* 1997;82:440–6.