

Communication brève

## Effet de la posture sur le choix de la fréquence de pédalage préférée en montée

## Effect of the posture on the preferred pedalling frequency in uphill cycling

S. Duc<sup>a,\*</sup>, W. Bertucci<sup>a,b</sup>, T. Bouteille<sup>a</sup>, J.-N. Pernin<sup>a</sup>, F. Grappe<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire de mécanique appliquée R.-Chaléat, institut FEMTO ST (UMR CNRS 6174), université de Franche-Comté, 24, chemin de l'Épitaphe, 25000 Besançon, France

<sup>b</sup> Laboratoire d'analyse des contraintes mécaniques, EA 3304 LRC CEA-UFR STAPS, université de Reims-Champagne-Ardenne, campus Moulin-de-la-Housse (bâtiment 6), 51100 Reims, France

Reçu le 10 août 2005 ; accepté le 25 novembre 2005

Disponible sur internet le 07 février 2006

### Résumé

**Introduction.** – Le but de ce travail était d'étudier l'effet du changement de posture, lors d'une ascension, sur le choix de la fréquence de pédalage préférée.

**Synthèses des faits.** – Dix cyclistes entraînés ont réalisé deux sessions de pédalage de trois minutes à 80 % de la puissance maximale aérobie sur un tapis roulant incliné à 4 % en utilisant dans un ordre aléatoire deux postures de pédalage différentes (assis et en « danseuse »). Pour chacune d'elles, chaque sujet disposait d'une minute pour adapter son braquet et choisir sa fréquence de pédalage préférée. La fréquence de pédalage préférée était significativement ( $p < 0,05$ ) plus faible en « danseuse » ( $73 \pm 7$  tours/min) que lorsque les sujets pédalaient assis ( $80 \pm 9$  tours/min).

**Conclusion.** – Nous pouvons supposer que les cyclistes choisissent une fréquence de pédalage plus faible en « danseuse » pour appliquer une force plus importante sur la pédale et pour diminuer le nombre d'oscillations latérales du vélo et de déplacements verticaux du bassin, qui sont coûteux en énergie.

© 2006 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

### Abstract

**Purpose.** – The aim of this work was to study the effect of the posture on the preferred pedalling frequency during uphill cycling.

**Methods and results.** – Ten trained cyclists performed two pedalling trials of three minutes at 80% of maximal aerobic power on a treadmill with a slope of 4%. Two postures (seated and standing pedalling) were studied in a randomized order. During the first minute of each trial, the subjects had to choose their preferred pedalling frequency with adjusting their gear and then kept this rate until the end of the trial. The preferred pedalling frequency was significantly ( $P < 0.05$ ) lower in standing ( $73 \pm 7$  rpm) than in seated pedalling ( $80 \pm 9$  rpm).

**Conclusion.** – We suppose that cyclists choose a lower pedalling frequency during standing pedalling in order to generate greater peak pedal force and to decrease the number of lateral sways of bicycle and vertical elevations of pelvis, which increase energy cost.

© 2006 Elsevier SAS. Tous droits réservés.

**Mots clés :** Cyclisme ; Posture ; Fréquence de pédalage

**Keywords:** Cycling; Posture; Pedalling frequency

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [seb-duc@wanadoo.fr](mailto:seb-duc@wanadoo.fr) (S. Duc).

## 1. Introduction

À notre connaissance, seulement deux études [5,6] ont rapporté la fréquence de pédalage ( $f_p$ ) choisie préférentiellement ( $f_{pp}$ ) par des cyclistes entraînés et expérimentés lors d'une ascension et sur le terrain. Lucia et al. [5] ont observé que les cyclistes professionnels choisissent une  $f_{pp}$  plus faible au cours des étapes de montagne (71 tours/min) que lors des étapes de plaine (89 tours/min) ou de contre-la-montre (92 tours/min). La réduction de la  $f_{pp}$  en montée peut être due à la modification de la pente, au braquet employé par les cyclistes [7], mais aussi au changement de posture de pédalage car certains cyclistes alternent fréquemment entre la posture assise et le pédalage en « danseuse ». Millet et al. [6] ont cependant mesuré des  $f_{pp}$  similaires (59 tours/min) pour les deux postures, à 75 % de la puissance maximale aérobie (PMA). Ce résultat est quelque peu surprenant puisqu'il semble que la plupart des cyclistes choisissent spontanément une  $f_{pp}$  plus élevée en posture assise qu'en « danseuse ». Les résultats de cette étude doivent cependant être pris avec précaution car les auteurs n'ont pas clairement mentionné si les sujets ont utilisé leur plus petit braquet ou si au contraire ils disposaient d'une certaine marge de manœuvre.

L'objectif de ce travail est donc de confirmer les observations du terrain en testant l'hypothèse, que les cyclistes choisissent une  $f_{pp}$  plus élevée en montée lorsqu'ils pédalent assis qu'en « danseuse », lorsqu'ils ne sont pas limités par le choix du braquet.

## 2. Matériel et méthodes

Dix cyclistes masculins entraînés ont participé à cette étude (taille :  $178 \pm 7$  cm, masse :  $71 \pm 8$  kg, âge :  $28 \pm 7$  ans ; expérience cycliste :  $10 \pm 5$  années, PMA :  $378 \pm 47$  W), après avoir pris connaissance des conditions de l'expérimentation. Chaque cycliste devait pédaler avec son propre vélo sur un tapis roulant motorisé ( $1,80 \times 3,80$  m, S 1830, HEF Techmachine, Andrézieux-Bouthéon, France) contre une pente de 4 %, en utilisant deux postures différentes dans un ordre aléatoire : assis sur la selle (mains posées en haut du guidon) et en danseuse (mains positionnées au niveau des poignées de frein). Pour chaque session de pédalage de trois minutes, il disposait d'une minute pour adapter son braquet et choisir ainsi sa  $f_{pp}$ . La durée de la récupération entre les deux sessions était de cinq minutes. Le contrôle de l'intensité de l'exercice (80 % de la PMA) a été réalisé à l'aide du wattmètre PowerTap (modèle professionnel, CycleOps, Madison, États-Unis). La validité et la reproductibilité des mesures obtenues par ce système ont été récemment démontrées par Bertucci et al. [1]. La roue arrière du vélo était équipée d'une roue libre 12–26 dents et le pédalier avant était muni de deux plateaux (39–53 dents), ce qui permettait un choix très large de  $f_p$  (compris entre 41 et 152 tours/min).

Le coefficient de variation (CV, %) de la  $f_{pp}$  a été calculé pour chaque posture en divisant l'écart-type par la moyenne. Le test  $t$  de Student (groupe apparié) a été utilisé pour tester

l'effet de la posture (assis et danseuse) sur le choix de la  $f_{pp}$ . Le seuil de signification était fixé à  $p < 0,05$ .

## 3. Résultats et discussion

La variabilité de la  $f_{pp}$  est similaire pour les deux postures de pédalage (assis : CV = 10,6 %, rang : 70–99 tours/min ; danseuse : CV = 9,8 %, rang : 65–82 tours/min). La Fig. 1 montre que la  $f_{pp}$  est significativement ( $p = 0,03$ ) plus faible en danseuse ( $73 \pm 7$  tours/min) qu'en posture assise ( $80 \pm 9$  tours/min). Ces résultats sont donc différents de ceux rapportés par Millet et al. [6]. Cependant, il faut rappeler que les auteurs n'ont pas clairement mentionné si les cyclistes ont utilisé ou non leur plus petit braquet. Il est donc possible qu'ils aient été limités par leur braquet pour choisir leur  $f_{pp}$ , et ce d'autant plus que la pente de la route était plus élevée que dans notre étude (5,3 vs 4 %). Le contexte des deux études (laboratoire vs terrain) peut aussi expliquer la différence de résultats.

Il est encore difficile actuellement d'expliquer pourquoi les cyclistes choisissent préférentiellement une  $f_p$  plus faible en « danseuse » puisque la consommation d'oxygène, la fréquence cardiaque, le rendement et l'économie, ne sont pas significativement affectés par le changement de posture [6]. Il est néanmoins possible que cette stratégie soit employée pour :

- utiliser le poids du haut du corps pour appliquer une force importante sur la pédale ;
- augmenter la durée de l'application de cette force ;
- limiter le nombre d'oscillations latérales du vélo qui peut être coûteux en énergie [7] ;
- réduire le nombre de déplacements verticaux du bassin [4].

La  $f_{pp}$  des cyclistes pour la posture « assise » ( $80 \pm 8$  tours/min) est supérieure à celle mesurée par Hansen et al. [3], ( $69$  à  $73$  tours/min), Lucia et al. [5], ( $71$  tours/min), et Millet et al. [6], ( $58,9$  tours/min) mais inférieure à celle observée par Hagberg et al. [2], ( $91$  tours/min). Ces différences peuvent s'expliquer par :

- le contexte de l'expérimentation (laboratoire [2,3] vs terrain [5,6]) ;

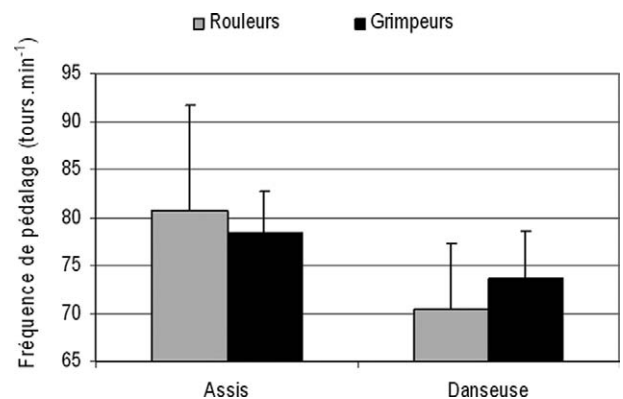


Fig. 1. Effet de la posture sur la fréquence de pédalage choisie préférentiellement ( $f_{pp}$ ).

- l'inclinaison du tapis ou de la route (2,7 à 10 %) ;
- le niveau d'expertise des sujets (cyclistes expérimentés [2,5,6] et sujets non cyclistes [3]) ;
- le degré d'entraînement (sujets non entraînés [3], cyclistes amateurs [2,6] et professionnels [5]) ;
- l'intensité de l'exercice (150–400 W) ;
- les possibilités du choix du braquet.

#### 4. Conclusion

Cette étude a permis de confirmer l'observation du terrain que les cyclistes choisissent préférentiellement une  $f_p$  plus élevée en posture assise qu'en « danseuse », lorsqu'ils ne sont pas limités par le choix du braquet. Il serait maintenant intéressant de voir si cette stratégie n'est pas influencée par la spécificité des cyclistes (grimpeurs, rouleurs et sprinters).

#### Références

- [1] Bertucci W, Duc S, Villerius V, Pernin JN, Grappe F. Validity and reliability of the PowerTap mobile cycling powermeter when compared with the SRM device. *Int J Sports Med* 2005;26:868–73.
- [2] Hagberg JM, Mullin JP, Giese MD, Spitzangel E. Effect of pedalling rate on submaximal exercise responses of competitive cyclists. *J Appl Physiol* 1981;51:447–51.
- [3] Hansen EA, Jørgensen LV, Jensen K, Fregly BJ, Sjøgaard G. Crank inertial load affects freely chosen pedal rate during cycling. *J Biomech* 2002;35:277–85.
- [4] Hull ML, Beard A, Varma H. Goniometric measurement of hip motion in cycling while standing. *J Biomech* 1990;23:687–703.
- [5] Lucia A, Hoyos J, Chicharro JL. Preferred pedalling cadence in professional cycling. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:1361–6.
- [6] Millet GP, Tronche C, Fuster N, Candau R. Level ground and uphill cycling efficiency in seated and standing positions. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:1645–52.
- [7] Swain DP, Wilcox JP. Effect of cadence on the economy of uphill cycling. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:1123–7.