

Stabilité du patron locomoteur et coût attentionnel de la locomotion bipédique à différentes allures chez l'homme

Magali Dorgans, Mohamed Tlili & Michel Audiffren

Laboratoire Performance Motricité et Cognition, Faculté des Sciences du Sport,
Université de Poitiers
magali.dorgans@free.fr

Introduction

Lors de déplacements bipédiques, l'être humain utilise la marche et la course comme patron locomoteur. Selon Brisswalter, Durand, Delignière et Legros (1995), il adopte de façon naturelle pour chaque type de locomotion, la vitesse la plus efficace tant au niveau du coût énergétique (quantité d'énergie que l'organisme va consommer pour répondre à un type et une vitesse de locomotion) que du coût attentionnel (quantité de ressources attentionnelles nécessaires pour exécuter une tâche). Dans le cadre d'un protocole de tâche ajoutée, lorsqu'une personne s'éloigne de la vitesse de locomotion qu'elle a librement choisie, la performance cognitive (e.g., le temps de réaction) réalisée simultanément à cette locomotion se dégrade (Brisswalter *et al.*, 1995). Hoyt et Taylor (1981) ont montré que pour minimiser leurs dépenses énergétiques, les quadrupèdes adoptent automatiquement un autre patron locomoteur lorsqu'ils changent d'allure. De plus, selon la théorie des systèmes dynamiques, Kugler et Turvey (1987) considèrent que les locomotions à allure préférentielle sont caractérisées par une énergie minimale et des attracteurs à phase relative stable. En outre, dès qu'on s'éloigne de l'allure préférentielle d'un patron locomoteur, l'instabilité de ce patron et la probabilité d'en changer augmenteraient (Bonnard, 1995 ; Brisswalter *et al.*, 1995).

Nous suggérons donc que pour chaque patron locomoteur : (1) la vitesse que chaque individu adopte naturellement correspond au coût attentionnel le plus faible et à la stabilité du patron locomoteur la plus grande ; (2) plus l'individu s'éloigne de la vitesse librement choisie, plus le coût attentionnel et l'instabilité du patron locomoteur augmentent.

Méthode

Douze adultes volontaires (âge moyen : 23.4 ans) ont participé à l'étude. La marche et la course étaient réalisées sur un tapis roulant à vitesse réglable de type JOG S 300. La tâche de temps de réaction simple (TRS), réalisée simultanément à la locomotion, consistait à réagir le plus rapidement possible à un signal visuel présenté à hauteur des yeux en relâchant l'appui du pouce sur une clé de réponse. Les sujets devaient réussir 24 essais de TRS dans différentes conditions : debout, en marchant ou en courant à différentes vitesses. Pour la marche ces vitesses étaient : vitesse librement choisie (V_{Lm}), vitesse de transition marche-course (V_{Tm}), vitesse intermédiaire (V_{Im}), vitesse inférieure à V_{Lm} (V_{infLm}) et vitesse supérieure à V_{Tm} (V_{supTm}). Pour la course ces vitesses étaient : vitesse librement choisie (V_{Lc}), vitesse de transition course-marche (V_{Tc}), vitesse intermédiaire (V_{Ic}), vitesse supérieure à V_{Lc} (V_{supLc}), et vitesse inférieure à V_{Tc} (V_{infTc}). Une première session a permis aux participants de se familiariser avec les différentes tâches et de déterminer la vitesse librement choisie de marche et de course et les vitesses de transition marche-course et course-marche. Lors d'une deuxième session, les sujets ont effectué la tâche de TRS aux différentes vitesses de marche et en course listées ci-dessus. Les modalités des variables "vitesse de locomotion" et "patron locomoteur" ont été contrebalancées. Après avoir filmé les participants avec une caméra Sony Handycam à 50 Hz, les données cinématiques de leur pied et de leur genou droits ont été recueillies à l'aide du logiciel 3Dvision, puis ont été filtrées à 2 Hz selon la méthode Butterworth. Une analyse de variance à mesures répétées a été réalisée sur les variables coût attentionnel (Cou Att) en fonction des vitesses de marche et de course. Afin de tester la stabilité des patrons locomoteurs, la phase relative (décalage séparant l'occurrence des deux

points de revirement les plus proches du genou et du pied) (voir Scholz & Kelso, 1989) et sa variabilité entre le pied et le genou ont été considérées.

Résultats

Un effet significatif de la vitesse de marche sur le Cou Att ($F(4, 44) = 17.32; p < .05$) et de la vitesse de course sur le Cou Att ($F(4, 44) = 3.5; p < .05$) ont été observés. Pour la marche, un test de Newman-Keuls a mis en évidence que : (1) le Cou Att à V_{Lm} était significativement plus faible qu'à V_{infLm} , V_{Tm} et V_{supTm} ; (2) le Cou Att à V_{Im} était significativement plus faible qu'à V_{Tm} ; (3) le Cou Att à V_{Tm} était significativement plus faible qu'à V_{supTm} . Pour la course, un test de Newman-Keuls a montré que le Cou Att à V_{Lc} était significativement plus faible qu'à V_{supLc} et qu'à V_{infTc} . La phase relative la plus grande et la moins variable correspondait à la vitesse librement choisie pour la marche, et pour la course (voir Figure 1). En revanche, les phases relatives les plus faibles et les plus variables correspondaient aux vitesses extrêmes (V_{supTm} , V_{infTc} , V_{supLc}).

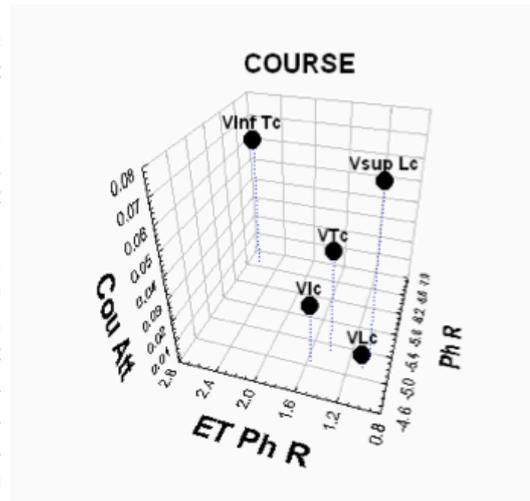


Figure 1. Illustration en 3D de la relation entre coût attentionnel, phase relative et sa variabilité. La vitesse librement choisie correspond au coût attentionnel le plus faible et à la stabilité optimale.

Discussion et conclusion

Pour la marche et pour la course, c'est à la vitesse librement choisie que le patron locomoteur est le plus stable et le moins coûteux en attention. Cela confirme l'hypothèse de départ selon laquelle il existe une vitesse adoptée naturellement par l'être humain pour laquelle la stabilité est optimale et le coût attentionnel le plus faible. Par ailleurs, plus le patron locomoteur est instable, et plus son maintien est coûteux en attention. En effet, nous avons observé que plus les sujets s'éloignaient de leur vitesse librement choisie, plus le coût attentionnel augmentait et plus la stabilité du patron locomoteur diminuait. Ainsi, lorsqu'il se déplace sans aucune contrainte, l'être humain tend à choisir naturellement et automatiquement une vitesse qui sera à la fois, la plus stable et la moins coûteuse en attention et ce pour la marche ou la course.

Bibliographie

- Bonnard, M. (1995). L'intention dans l'adaptation en temps réel de la locomotion humaine. *Sciences du comportement*, 23-32.
- Brisswalter, J., Durand, M., Delignières, D., & Legros, P. (1995). Optimal and non-optimal demand in a dual task of pedalling and simple reaction time: effects on energy expenditure and cognitive performance. *Journal Human Movement Studies*, 29, 15-34.
- Hoyt, D., & Taylor, C. R. (1981). Gait and the energetics of locomotion in horses. *Nature*, 292, 239-240
- Kugler, P. N., & Turvey, M. T. (1987). Information natural law, and the self-assembly of rhythmic movement: an experimental methodology for investigating the soft self-assembly of the pendular, clocking mode. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Scholz, J. P., & Kelso, J. A. S. (1989). A quantitative approach to understanding the formation and change of coordinated movement patterns. *Journal of Motor Behavior*, 21(2), 122-144.