

Contribution interactive des processus centraux (attentionnels) et périphériques (sollicitations musculaires) sur la stabilité des patrons de coordination bimanuelle

Alexandre Murian & Thibault Deschamps

Laboratoire « Motricité, Interactions, Performance » (JE 2438)
UFR STAPS, Université de Nantes.
alexandre.murian@univ-nantes.fr

Introduction

La performance sportive dépend largement des ressources bio-énergétiques et bio-informationnelles dont dispose l'athlète. La capacité d'un individu à mobiliser ses ressources attentionnelles est déterminante dans le contrôle du mouvement (Temprado et al. 1999). De la même manière, un haut niveau d'activité ne peut être maintenu si la fatigue musculaire est trop importante (Bigland-Ritchie et al., 1981). Aussi, placée dans le cadre de l'approche des systèmes dynamiques non-linéaires du contrôle moteur, la présente étude appréhende la contribution interactive des processus centraux attentionnels et des sollicitations musculaires périphériques sur la stabilité de la tâche bimanuelle. Différentes données théoriques et empiriques issues de la littérature suggèrent fortement que les processus attentionnels centraux et les processus musculaires périphériques impliqués dans le contrôle du mouvement ne fonctionnent pas totalement de manière isolée (Forestier & Nougier, 1998). Par exemple, Lorist *et al.* (2002) démontrent l'influence interactive des contraintes attentionnelles et musculaires sur le comportement humain. Leurs sujets devaient réaliser une tâche de temps de réaction (TR) de choix simultanément à une contraction isométrique sous maximale soit « fatigante », soit « non-fatigante ». Leurs résultats révèlent des TR plus élevés (i.e. faible performance) dans la condition musculaire « fatigante ». Dans cette logique, ce travail soulève l'hypothèse d'une déstabilisation des coordinations motrices d'autant plus marquée que l'intensité de l'activité musculaire périphérique affecte les processus attentionnels.

Méthode

Appareillage et procédure: 7 sujets masculins ont participé à cette expérimentation. Le dispositif expérimental (Figure 1) était composé de 2 joysticks, n'entrant en mouvement que dans le plan frontal du sujet. Deux niveaux de sollicitation musculaire étaient manipulés : avec ou sans vérins pneumatiques générateurs de résistance. Les mouvements angulaires étaient enregistrés au moyen de potentiomètres. Des électrodes de surface posées sur les Pronator Teres et Biceps Brachii des 2 bras permettaient d'enregistrer leur activité électromyographique (EMG). Toutes ces données étaient enregistrées via un convertisseur A/D (échantillonnage pour les données de position : 128 Hz ; EMG : 1024 Hz). Lors de la tâche de TR simple auditif, le sujet répondait le plus rapidement en libérant un bouton presseur situé sous son pied droit. Après familiarisation aux tâches de coordination et de TR, 4 sessions se différençaient par le type de résistance et les conditions manipulées : avec vérin - double tâche, avec vérin - simple tâche, sans vérin - double tâche et sans vérin - simple tâche. Lors de chaque session, les sujets réalisaient un essai de 5 minutes en phase ou en anti-phase, et ce à 2 fréquences d'oscillation: 1.5 Hz (F1) et 2 Hz (F2). En double tâche, la priorité attentionnelle était fixée sur la tâche de coordination bimanuelle.



Figure 1. Dispositif expérimental.

Analyse des données et analyses statistiques : après avoir été filtrées, les données cycliques de chaque essai ont été ré-étalonnées, afin de déterminer la phase relative ϕ et son niveau de variabilité ($SD\phi$). La Root Mean Square (RMS) du signal EMG (quantité d'activité

électrique) a été calculée pour chaque cycle de mouvement. Ces variables dépendantes, ainsi que le TR, ont été soumises à des analyses de variance à mesures répétées avec la résistance ($\times 2$), la condition ($\times 2$), la coordination ($\times 2$) et la fréquence ($\times 2$) comme facteurs intra-sujet.

Résultats

Variabilité des coordinations ($SD\phi$) : les effets des facteurs principaux « coordination » et « fréquence » ont été classiquement observés. Les coordinations sont significativement moins stables en anti-phase (± 26.30) comparées à la phase (± 8.90) ($p < .01$) et à 2 Hz comparées à 1.5 Hz ($F_{1, 6} = 13.87$; $p < .001$). L'analyse révèle une interaction *vérin* \times *coordination*. La coordination est moins stable avec vérens comparée à la situation sans vérin et ce, uniquement pour l'anti-phase ($F_{1, 6} = 6.83$; $p < .05$) (Figure 2).

TR : un effet des facteurs principaux « coordination » et « vérin » est mis en évidence. Les TR sont plus élevés en anti-phase comparés à la phase ($F_{1, 6} = 9.43$; $p < .05$) et avec vérens comparés à la condition sans vérin ($F_{1, 6} = 8.85$; $p < .05$) (Figure 3).

EMG (RMS) : effet principal du facteur vérin. La RMS des 4 muscles est plus importante avec vérens ($p < .01$).

Discussion

Ces premières analyses, globalisées sur la durée totale des essais, mettent clairement en évidence l'influence d'une sollicitation périphérique sur la stabilité des coordinations en anti-phase, et médiée par l'activité du système nerveux central (SNC). En effet, la résistance directement liée à la présence de vérens nécessite une activité musculaire plus importante révélée par les résultats RMS. Cette activité musculaire majorée en condition « avec vérens » s'accompagne d'une déstabilisation des coordinations et d'un coût attentionnel (associé à leur réalisation) plus élevé. Il semblerait donc qu'une partie des ressources du SNC soit allouée pour produire la force musculaire nécessaire au déplacement des joysticks. Cette redistribution de ressources marquerait le lien entre processus périphériques et processus centraux. De plus, les premières analyses temporelles de nos différentes variables semblent vérifier et préciser ces relations entre dynamique motrice et dynamique attentionnelle.

Bibliographie

- Bigland-Ritchie, B., Donovan, E.F. & Roussos, C.S. (1981). Conduction velocity and EMG power spectrum changes in fatigue of sustained maximal efforts. *Journal of Applied Physiology*, 51, 1300-1305.
- Forestier, N. & Nougier V. (1998). The effects of muscular fatigue on the coordination of a multijoint movement in human. *Neuroscience Letters*, 252, 187-190.
- Lorist, M. M., Kernell, D., Meijman, T. F., & Zijdwind, I. (2002). Motor fatigue and cognitive task performance in humans. *Journal of Physiology*, 545, 313-319.
- Temprado, J.-J., Zanone, P. G., Monno, A. & Laurent, M. (1999). Attentional load associated with performing and stabilizing preferred bimanual patrons. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 25, 1579-1594.

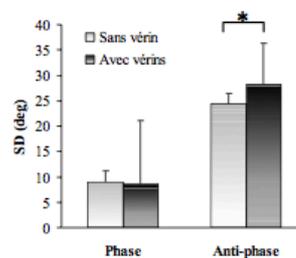


Figure 2. $SD\phi$ en fonction de la résistance et de la coordination

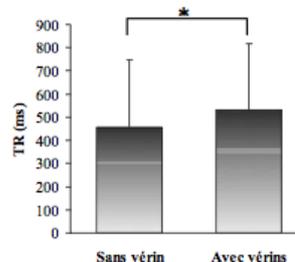


Figure 3. Temps de réaction en fonction de la résistance