

## O70- Effets controlatéraux de la fatigue neuromusculaire: mécanismes neurophysiologiques et cinétique d'apparition

*Serge Colson*

Université de Nice-Sophia Antipolis, Laboratoire Motricité Humaine, Education, Santé  
(LAMHES - URE 02), UFR STAPS de Nice

[colson@unice.fr](mailto:colson@unice.fr)

Cette étude visait à investiguer les mécanismes neurophysiologiques et la cinétique d'apparition sous-jacents à la fatigue neuromusculaire induite par un exercice unilatéral d'extension du genou sur les membres ipsilatéral et controlatéral. Suite à des exercices fatigants, la force maximale volontaire d'extension du genou a significativement diminué sur les deux membres. Le niveau d'activation diminue indépendamment du membre testé alors que les propriétés contractiles musculaires n'ont été affectées que sur le membre réalisant les exercices. Ces résultats confirment la présence du phénomène de « cross-over », précédemment décrit dans la littérature, et mettent en évidence, de façon originale, les effets d'un exercice fatigant unilatéral sur les membres ipsilatéral et controlatéral.

**Mots clés** : contraction maximale isométrique ; niveau d'activation ; concept du « cross-over ».

### **INTRODUCTION**

Indépendamment de la tâche à accomplir, la répétition ou le maintien de contractions musculaires conduit progressivement à un état de fatigue qui peut être quantifié par la diminution de force maximale volontaire mesurée à l'issue de la tâche (Gandevia, 2001). Cette perte de force est classiquement imputable à l'interaction de mécanismes nerveux centraux et périphériques. S'il est bien admis que la fatigue est dépendante de la tâche à accomplir, peu d'études se sont intéressées aux effets d'un exercice unilatéral sur l'apparition de la fatigue au niveau du membre controlatéral (i.e., phénomène de « cross-over » ; Zijdwind et al. 1998). L'objet de cette étude était d'analyser la cinétique d'apparition de la fatigue neuromusculaire au niveau des muscles extenseurs du genou des deux membres inférieurs, suite à un exercice fatigant unilatéral.

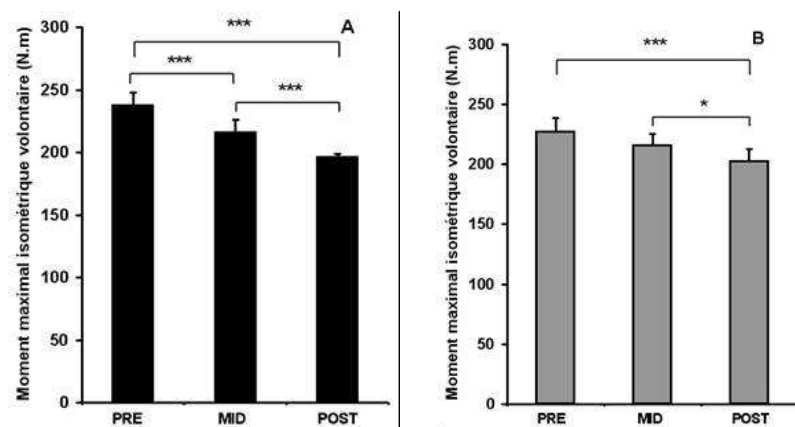
### **METHODE**

Quinze sujets masculins ont réalisé des tests neuromusculaires et des exercices fatigants sur ergomètre. Afin de quantifier l'apparition de la fatigue, les tests neuromusculaires ont été effectués avant (PRE) et après (MID) un premier exercice fatigant, ainsi qu'à la fin (POST) d'un second exercice fatigant. Les exercices fatigants (i.e., contraction maximale volontaire isométrique d'extension du genou d'une durée de 100s) ont été réalisés de façon unilatérale sur le membre dominant. Les tests neuromusculaires s'effectuaient sur les membres ipsilatéral et controlatéral, présentés de façon aléatoire d'un sujet à l'autre, et comprenaient : i) des contractions maximales volontaires (CMV) isométriques associées à un recueil de l'activité électromyographique (EMG) des muscles *vastii medialis* et *lateralis*, *rectus femoris*, et *semitendinosus*, et ii) des contractions évoquées par neurostimulation percutanées du nerf fémoral, permettant de quantifier le niveau d'activation musculaire et les propriétés contractiles des muscles extenseurs du genou. Une ANOVA à 2 facteurs (membre × temps) avec mesures répétées sur le facteur temps a été utilisée pour tester les effets de l'exercice fatigant sur les différentes variables recueillies.

### **RESULTATS**

Quelle que soit la variable, aucune différence significative n'a été observée entre les deux membres inférieurs avant le premier exercice fatigant (PRE). Une diminution significative de la CMV produite par le membre effectuant les exercices fatigants a été observée après chaque exercice alors qu'elle n'apparaît sur le membre controlatéral qu'à l'issue du second exercice (Figure 1). Une diminution des niveaux d'activation a été obtenue indépendamment du membre testé entre MID et POST ( $-6,13 \pm 2 \%$  ;  $P < 0,01$ ) et entre PRE et POST ( $-9,64 \pm 2,47$

% ;  $P < 0,001$ ), reflétant la présence d'une fatigue d'origine centrale. Une fatigue d'origine périphérique a également été notée sur le membre réalisant les exercices fatigants (différence PRE- POST :  $-23,15 \pm 6,72$  % ;  $P < 0,01$ ) alors qu'aucune modification n'a été rapportée sur le membre controlatéral.



**Figure 1 :** Moment maximal isométrique volontaire obtenu à chaque test (PRE, MID et POST), pour les membres dominant(A), réalisant l'exercice, et controlatéral (B). Différences significatives à  $P < 0,05$  (\*) et  $P < 0,001$  (\*\*\*)

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Cette étude met en évidence, de façon originale (en partie imputable au protocole choisi), qu'un exercice fatigant d'extension du genou réalisé de façon unilatérale induit une diminution de la CMV sur les membres ipsilatéral et controlatéral, contrairement à ce qui a été rapporté dans la littérature (Rathey et al., 2006 ; Martin et Rathey, 2007). Les mécanismes neurophysiologiques sous-jacents à cette fatigue neuromusculaire diffèrent entre les deux membres. Il semblerait, en effet, que la fatigue neuromusculaire observée au niveau du membre réalisant les exercices fatigants ait une origine périphérique et centrale, alors que seule une fatigue centrale serait présente au niveau du membre controlatéral. Bien que cette étude confirme l'existence du phénomène de « cross-over » (Zijdewind et al. 1998), ces résultats indiquent également que les cinétiques d'apparition de la fatigue neuromusculaire diffèrent entre les deux membres. En conclusion, la diminution globale des niveaux d'activation (i.e., fatigue centrale) indiquerait qu'il existe des stratégies neuromusculaires permettant d'ajuster la commande motrice lors d'exercices fatigants. Ces stratégies interviendraient dans le maintien de la coordination motrice dans des tâches impliquant les membres inférieurs, comme la marche ou la course.

## BIBLIOGRAPHIE

- Barry, B.K., Enoka, R.M. (2007). The neurobiology of muscle fatigue: 15 years later. *Integrative & Comparative Biology*, 47, 465-473.
- Gandevia, S.C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 81, 1725-1789.
- Marin, P.G., Rathey, J. (2007). Central fatigue explains sex differences in muscle fatigue and contralateral cross-over effects of maximal contractions. *Pflügers Archiv - European Journal of Applied Physiology*, 454, 957-969.
- Rathey, J., Martin, P.G., Kay, D., Cannon, J., Marino, F.E. (2005). Contralateral muscle fatigue in human quadriceps muscle: evidence for a centrally mediated fatigue response and cross-over effect." *Pflügers Archiv - European Journal of Applied Physiology*, 452, 199-207.
- Zijdewind, I., Zwarts, M.J., Kernell, D. (1998). Influence of a voluntary fatigue test on the contralateral homologous muscle in humans? *Neuroscience Letters*, 253, 41-44.