

Influence de l'expertise sur la relation moment-EMG en conditions isométriques : étude préliminaire

BRU Bertrand & AMARANTINI David

bru.bertrand@wanadoo.fr

Université Paul Sabatier, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 9, France

INTRODUCTION :

La contraction musculaire résulte d'un ensemble de phénomènes chimiques et électriques dont l'effet sur l'environnement peut être quantifié en termes d'effort mécanique par le moment de force résultant développé par les muscles autour des articulations mobilisées. L'activité électrique associée à cet effort peut être recueillie au niveau musculaire via l'électromyographie (EMG), science qui étudie de la fonction du muscle au travers de l'analyse du signal électrique émanant de celui-ci (Basmajian et De Luca, 1985). De cette manière, il est possible d'étudier la **relation moment-EMG**, fondamentale en biomécanique pour comprendre les mécanismes qui aboutissent à la production d'un effort musculaire. Même si de nombreux auteurs s'y sont intéressés, la nature de la relation effort-EMG reste controversée. Elle est décrite comme linéaire, quadratique, quasi linéaire (Metral et Cassar, 1981 ; Onishi et al., 2000) ou plus complexe : linéaire pour des valeurs de force modérées, l'EMG intégrée augmentant ensuite plus vite que la force pour des intensités d'effort supérieures (Monod et Flandrois, 2003).

Parmi les facteurs qui influencent cette relation, ce travail préliminaire étudie l'effet de **l'expertise dans les activités de force sur la nature de la relation moment-EMG** sous l'hypothèse que la synchronisation des unités motrices et la myotypologie des experts favorise l'optimisation énergétique de la contraction musculaire.

METHODES :

- **Sujets :** 4 sujets masculins (2 experts, 2 non sportifs).
- **Matériels :**
 - Cinématique (Vicon, 100 Hz)
 - Effort produit (plateforme AMTI, 1000 Hz)
 - Electromyographie (Delsys, 1000Hz) :
 - 2 extenseurs du genou : *Rectus Femoris* & *Vastus Medialis*
 - 2 fléchisseurs du genou : *Biceps Femoris* & *Gastrocnemius*
- **Procédure :**
 - Sujets assis maintenu en position isométrique, pied solidaire à la plateforme (Figure 1).
 - 3 essais par sujet.
 - Déroulement : après avoir évalué la force maximale isométrique (FMI) exercée au genou par chaque sujet en flexion puis en extension, cinq essais sont réalisés. Chaque essai est constitué d'une contraction isométrique de 10 s (0-100% FMI) des muscles du genou en flexion puis en extension. Chaque contraction était séparée de 10 s de repos (Figure 2).
 - Récupération : 3 min entre chaque essai pour éviter toute apparition de fatigue.

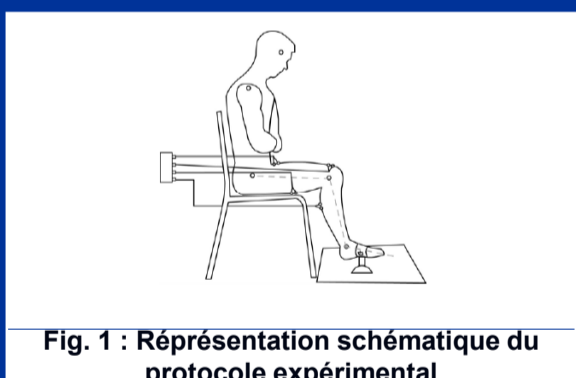


Fig. 1 : Représentation schématique du protocole expérimental

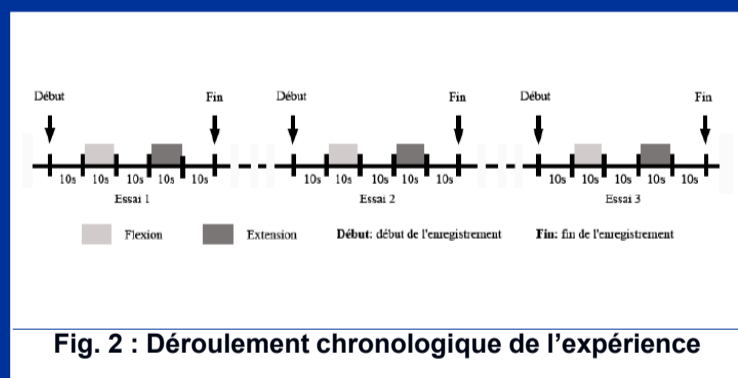


Fig. 2 : Déroulement chronologique de l'expérience

Traitement des données :

- Cinématique → angles inter-segmentaires.
- Cinétique → moment résultant développé à l'articulation genou.
- EMG → quantité d'activité (RMS) et normalisation.

RESULTATS :

Relation Moment – EMG chez les Experts (Figure 3) :

- Relation moment-EMG strictement linéaire, quel que soit le groupe musculaire et quel que soit son rôle (agoniste ou antagoniste) au cours de la contraction.

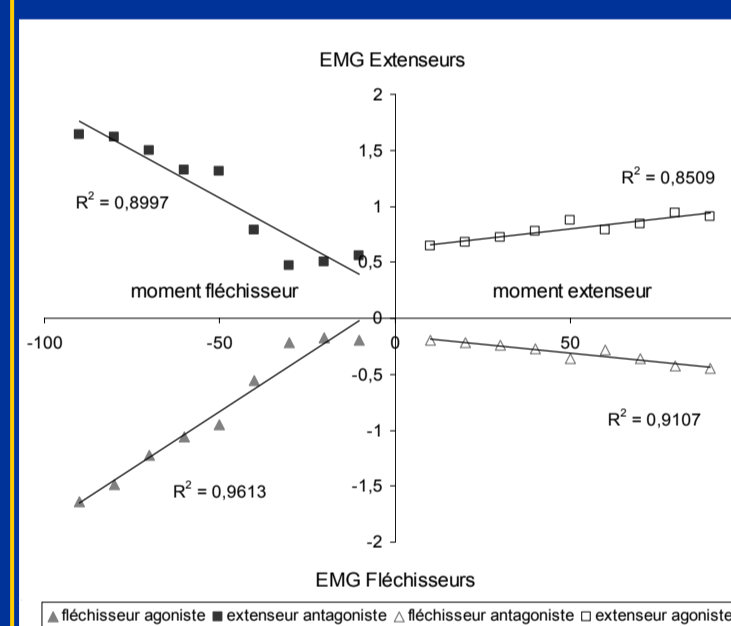


Fig. 3 : Relation Moment résultant – EMG chez les Experts

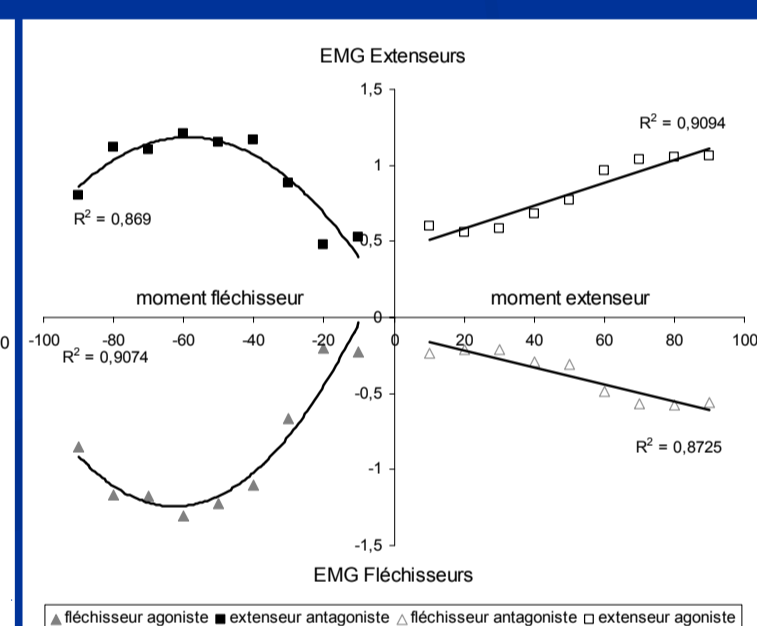


Fig. 4 : Relation Moment résultant – EMG chez les Novices

Relation Moment – EMG chez les Novices (Figure 4) :

- En extension : comme chez les experts, relation moment résultant – EMG est linéaire quel que soit le rôle (agoniste ou antagoniste) des muscles. → plus le moment croît plus l'EMG croît.
- En flexion : l'EMG n'est pas maximale pour les plus hautes intensités d'effort ; l'EMG des muscles fléchisseurs (agonistes) et extenseurs (antagonistes) évolue en 2 étapes :
 - relation moment-EMG linéaire de 10% à 60% FMI ;
 - relation moment-EMG quadratique au-delà de 50% FMI.

DISCUSSION :

Ces résultats préliminaires suggèrent que les **experts en activités de force « optimisent » les mécanismes de contraction musculaire**. Pour ces sujets, l'augmentation de l'EMG permettrait l'augmentation nécessaire du moment musculaire tout en contribuant efficacement au maintien la stabilité articulaire. Ce dernier rôle serait ainsi assuré sans que la régulation de la co-contraction se fasse au détriment du coût énergétique. A l'inverse, un phénomène de régulation de la quantité EMG est nécessaire aux novices pour des intensités supérieures à 50% FMI. Cette régulation, sans doute inefficace d'un point de vue énergétique, se caractérise par une diminution de l'EMG des muscles antagonistes ; l'augmentation du moment résultant étant alors possible par la réduction simultanée de l'intensité de l'EMG des muscles agonistes. Cette stratégie permettrait de compenser l'augmentation trop importante de l'EMG des muscles fléchisseurs et extenseurs lorsque l'effort résultant est compris entre 0 et 40%.

Les travaux en cours permettront de mettre en relation les phénomènes observés avec i) la myotypologie quantifiée indirectement à partir de l'analyse du signal EMG et ii) le recrutement et la synchronisation des unités motrices spécifiques aux sujets experts en activités de force. Ces travaux trouveront des applications d'un point de vue fondamental pour la compréhension des mécanismes de recrutement musculaire, et du lien entre activité musculaire et activité cérébrale ; et d'un point de vue pratique pour l'entraînement et la réadaptation motrice.

BIBLIOGRAPHIE :

- Basmajian, J. and DeLuca, C., 1985. *Muscles alive: their functions revealed by electromyography*, 5th edition. Williams and Wilkins, Baltimore.
- Metral, S., Cassar, G., 1981. Relationship between force and integrated EMG activity during isometric anisotonic contraction. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 46, 185-198.
- Monod H., Flandrois R., 2003. *Physiologie du sport*. Edition Masson, 5è édition.
- Onishi, H., Yagi, R., Akasaka, K., Momose, K., Ihashi, K., Handa, Y., 2000. Relationship between EMG signal and force in human vastus lateralis muscle using multiple bipolar wire electrodes. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 10, 59-67.