



L'ElectroEncéphaloGraphie – Couplage cortico-musculaire et mécanismes de contrôle de la contraction musculaire

Sylvain Cremoux¹, Fabien Dal Maso², Marieke Longcamp³, Jérémie Bigot⁴, Eric Berton⁵, Jessica Tallet⁶, David Amarantini⁶

¹ LAMIH, UMR 8201, CNRS - Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, Valenciennes, France

² Département de kinésiologie, Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada

³ LNC, UMR 7291, CNRS - Aix-Marseille Université, Marseille, France

⁴ IMB, UMR 5251, CNRS - Université de Bordeaux - Bordeaux INP, Bordeaux, France

⁵ ISM, UMR 7287, CNRS - Aix-Marseille Université, Marseille, France

⁶ ToNIC, UMR 1214, Inserm - Université Paul Sabatier Toulouse 3, Toulouse, France ; david.amarantini@inserm.fr

Le mouvement est contrôlé au niveau cortical par des activations complexes des réseaux moteurs, qui incluent notamment le cortex moteur primaire (M1). L'activité électrique émise à chaque instant par les groupes de neurones du cortex peut être enregistrée par électroencéphalographie (EEG) avec une bonne résolution temporelle. Lors d'une contraction musculaire, l'activité des régions corticales impliquées dans la motricité et celle des muscles sont modulées de manière synchrone, principalement autour de 10 et 20 Hz. Ce couplage oscillatoire peut être mesuré par la cohérence cortico-musculaire (CCM), correspondant à la corrélation entre le signal EEG et le signal électromyographique (EMG) du muscle sollicité. L'étude de la CCM contribue à une meilleure compréhension des mécanismes de régulation de la contraction musculaire et de plasticité en cas d'altération de la fonction musculaire.

Du point de vue méthodologique, cette présentation clarifiera les bonnes pratiques à respecter pour calculer, détecter puis quantifier la CCM compte tenu des propriétés non stationnaires des signaux EEG et EMG. Nous présenterons une méthode validée et généralisable à l'analyse de l'ensemble des cohérences électrophysiologiques entre les signaux EEG et EMG (EEG-EEG, EEG-EMG et EMG-EMG).

Nous présenterons divers travaux qui étudient la modulation de la CCM chez des blessés médullaires lors de contractions altérées, et chez des sujets experts en production de force ou en endurance lors de contractions intactes. Dans ces études, sont enregistrés l'activité EEG du M1, l'activité EMG des muscles agonistes et antagonistes et le moment de force net lors de contractions isométriques produites autour des articulations du genou ou du coude à différents niveaux de force sous-maximaux. Nos résultats montrent que la CCM est modulée avec le niveau de force, quelle que soit la population et l'articulation étudiée, mais certaines spécificités émergent en fonction du groupe. Chez le blessé médullaire, la CCM ~10 Hz avec les muscles antagonistes est plus faible que chez des sujets contrôles, suggérant une détérioration du contrôle cortical des mécanismes inhibiteurs spinaux. La CCM ~20 Hz est plus importante chez les experts en force que chez les spécialistes en endurance, suggérant d'une part un effet de l'entraînement sur le contrôle cortical des muscles agonistes et des muscles antagonistes et, d'autre part, que la CCM pourrait être un marqueur des adaptations induites par l'entraînement au niveau des réseaux neuromoteurs. Dans leur ensemble, ces résultats contribuent à une meilleure compréhension des mécanismes nerveux centraux de contrôle de l'activité musculaire agoniste et antagoniste, et à déterminer le rôle fonctionnel du couplage oscillatoire entre l'activité des régions corticales et celle des muscles impliqués dans la contraction musculaire. Nos futurs travaux s'inscriront dans le développement de thérapies innovantes en rééducation.