

Evolution de la réponse hémodynamique du cortex sensori-moteur par fNIRS: une étude préliminaire des effets de la stimulation transcrânienne par courant direct anodique

Pierre BESSON, Mark MUTHALIB, Stéphane PERREY

EuroMov, Univ. Montpellier
700, avenue du Pic Saint Loup
34090 Montpellier

e-mail: pierre.besson@umontpellier.fr

La stimulation transcrânienne par courant direct anodique (a-tDCS) est une technique de stimulation cérébrale électrique non invasive qui augmente l'excitabilité et l'activité neuronales corticales [1]. Un marqueur indirect des augmentations de l'activité neuronale corticale est l'augmentation subséquente du flux sanguin cérébral régional. La spectroscopie proche infrarouge fonctionnelle (fNIRS) est une méthode de neuroimagerie non invasive qui mesure les variations hémodynamiques corticales régionales (rCHD) par les concentrations d'oxyhémoglobine (O₂Hb) et de désoxyhémoglobine (HHb), de sorte qu'une augmentation de O₂Hb et une légère diminution de HHb attestent d'une augmentation du flux sanguin cérébral régional [2]. Une étude précédente utilisant la fNIRS [3] a montré que 10 minutes de a-tDCS sur le cortex préfrontal gauche avec la cathode sur le cortex préfrontal droit induisait une augmentation de rCHD dans les régions corticales sous l'anode et la cathode après a-tDCS. Cependant, l'évolution de rCHD au cours de a-tDCS comme indicateur de modulation neuronale par tDCS n'a pas été explorée. Avec l'avènement des montages multi-électrodes tDCS, comme la tDCS haute définition (HD), la fNIRS pourrait être utilisée simultanément pour déterminer les changements locaux et distants de rCHD induits par a-HD-tDCS ciblant une région corticale spécifique.

Par conséquent, le but de cette étude pilote était d'évaluer à l'aide de la fNIRS multicanaux l'évolution des changements de rCHD des régions corticales sensorimotrices bilatérales pendant 10 minutes de a-HD-tDCS ciblé sur le cortex sensorimoteur (SMC) gauche. Nous avons émis l'hypothèse d'une augmentation marquée de rCHD au pourtour du site de stimulation avec une redistribution de moindre magnitude dans les régions corticales fonctionnellement liées au site stimulé.

Méthodes. 4 sujets sains ont reçu 10 minutes de a-HD-tDCS (2 mA, Startim®, Neuroelectrics) ciblant le SMC gauche (anode-C3). Un système NIRS à 16 canaux (Oxymon MkIII, Artinis Medical Systems) a mesuré les changements de concentration O₂Hb et de HHb pour les régions élargies du SMC gauche et droite.

Résultats. Pendant la stimulation a-HD-tDCS de 10 minutes (Figure 1), une augmentation importante de O₂Hb (ligne rouge) (~ 4µM) a été observée pour les canaux 3, 4, 5 et 6 entourant l'anode, tandis que les canaux homologues de l'hémisphère droit affichaient une faible diminution (~ -0,5µM). Pour les canaux 1, 2, 7 et 8 situés à distance de l'anode, une augmentation plus faible de O₂Hb (~ 2µM) a été observée, tandis qu'une légère diminution sur les 5 premières minutes se produisait sur l'hémisphère droit (~ 1µM) jusqu'à la fin de la stimulation. Les signaux HHb (ligne bleue) étaient relativement stables pour l'ensemble des canaux sur les deux hémisphères.

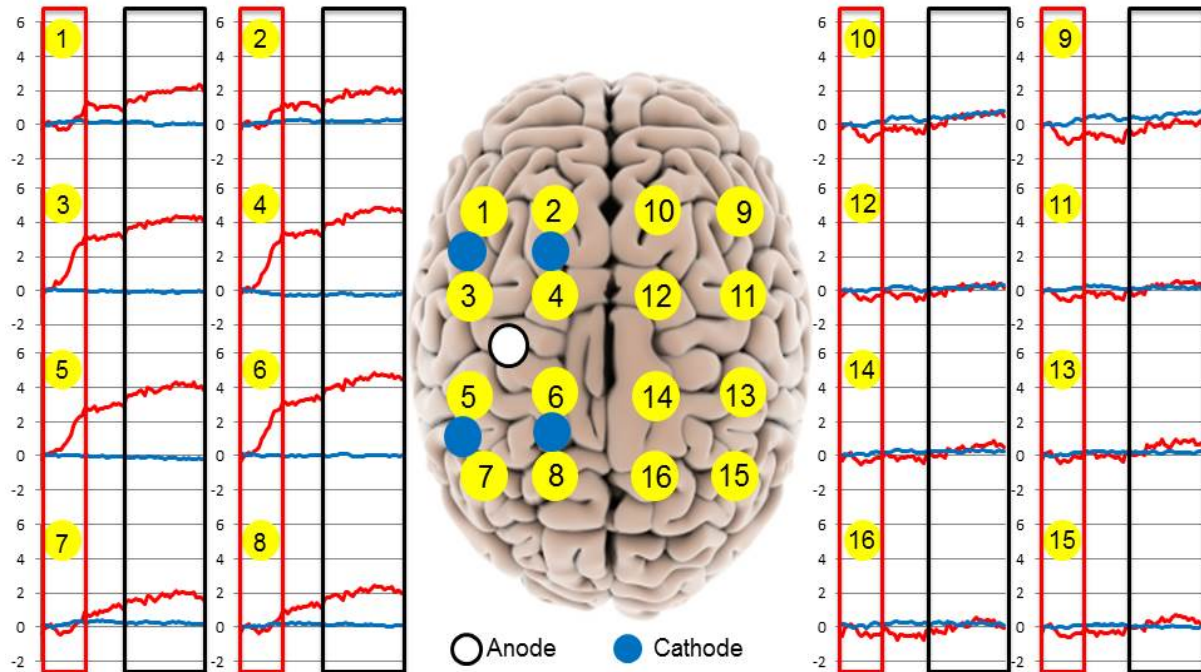


Figure 1. Évolution des réponses hémodynamiques régionales (rCHD) (ligne rouge, O₂Hb et ligne bleue, HHb) pour 8 points de mesure sur chaque hémisphère pendant 10 min de stimulation anodale sur le cortex sensorimoteur gauche. axe x : 0 à 10 min; axe y : $\Delta\mu\text{M}$; phase précoce: rectangle rouge; phase tardive: rectangle noire.

Discussion. Dans cette étude pilote, nous avons pu rendre compte des changements locaux et à distance de rCHD lors d'une séquence de stimulation a-HD-tDCS de 10 min ciblant le SMC gauche. Le modèle rCHD inversé observé dans les régions du SMC droit (diminution de O₂Hb) à celui de la région SMC gauche stimulée (augmentation de O₂Hb) suggère une possible modulation des interactions inter-hémisphériques dans lesquelles l'activité neuronale dans le réseau sensorimoteur de l'hémisphère stimulé peut augmenter tandis que l'activité du réseau sensorimoteur de l'hémisphère controlatéral peut diminuer. Nous considérons que la stimulation a-HD-tDCS peut être appliquée de manière focalisée pour équilibrer le niveau d'interactions inter-hémisphériques et fournit un cadre hypothétique pour le développement de stratégies thérapeutiques combinant neurostimulation et neuro-imagerie après un accident vasculaire cérébral.

Références

- [1] M. A. Nitsche et W. Paulus, « Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation », *J. Physiol.*, vol. 527, no 3, p. 633-639, sept. 2000.
- [2] H. Obrig, C. Hirth, J. G. Junge-Hulsing, C. Doge, T. Wolf, U. Dirnagl, et A. Villringer, « Cerebral oxygenation changes in response to motor stimulation », *J. Appl. Physiol.*, vol. 81, no 3, p. 1174-1183, sept. 1996.
- [3] A. C. Merzagora, G. Foffani, I. Panyavin, L. Mordillo-Mateos, J. Aguilar, B. Onaral, et A. Oliviero, « Prefrontal hemodynamic changes produced by anodal direct current stimulation », *NeuroImage*, vol. 49, no 3, p. 2304-2310, févr. 2010.