

Contribution de la MEG à l'étude de l'imagerie motrice

Franck Di Rienzo¹, Aymeric Guillot¹, Sébastien Matéo², Claude Delpuech³, Sébastien Daligault³, Gilles Rode² et Christian Collet¹

¹EA 647, Performance Motrice Mentale et du Matériel, Université Claude Bernard Lyon 1.

²INSERM-UMRS 534, Université Lyon 1 et Hôpital Henry Gabrielle, Lyon, France.

³CERMEP – imagerie du vivant, 69677 Bron, France.

Franck.dirienzo@etu.univ-lyon1.fr

La magnétoencéphalographie (MEG) présente une résolution temporelle de l'ordre du millième de seconde et permet une représentation spatiale précise de structures impliquées dans une tâche mentale comme l'imagerie motrice. Cette étude a pour objectif d'évaluer l'effet d'un entraînement par imagerie motrice pour la réadaptation fonctionnelle de la préhension chez des patients tétraplégiques. La MEG a permis de déterminer un profil d'activité cérébrale de patients tétraplégiques ayant reconstruit une préhension par ténodèse, grâce, en partie, à l'imagerie motrice. La réorganisation cérébrale a été comparée à celle de sujets sains. La MEG devrait permettre une meilleure analyse du processus de plasticité cérébrale induit par l'entraînement mental, au niveau spatial mais surtout au niveau temporel, avec le décours des activations.

Keywords : Imagerie Motrice, MEG, Réadaptation, Lésions Médullaires, Plasticité Cérébrale.

INTRODUCTION

L'imagerie motrice (IM) consiste à se représenter mentalement un mouvement sans exécution motrice concomitante. La littérature a souligné l'équivalence fonctionnelle entre imagerie motrice et exécution réelle (Decety, 1996), bien qu'une activation spécifique soit conservée pour l'une et l'autre (Lotze & Halsband, 2006). Depuis plus de 10 ans, les effets bénéfiques d'un entraînement intégrant l'IM ont été démontrés pour la réadaptation fonctionnelle (Dickstein & Deutch, 2007). Chez des patients médullolésés, l'IM associée à la réadaptation classique a amélioré les fonctions manuelles (Cramer, Lastra, Lacourse, & Cohen, 2005). Notre étude porte sur la rééducation de la préhension chez des patients tétraplégiques. La pince digitale étant perdue si la lésion est de niveau C6 (ou supérieur), une préhension est reconstruite en utilisant un effet ténodèse : la fermeture passive des doigts contre la paume est produite par une extension active du poignet. La MEG permet d'enregistrer l'activité centrale pendant l'imagerie motrice en conservant un référentiel spatial connu par les patients (buste vertical et regard horizontal) ce qui est important dans le cadre de perturbations motrices lourdes. Identifier les effets de l'imagerie implique, au préalable, d'obtenir le profil de l'activité centrale des patients tétraplégiques lorsqu'ils imaginent le mouvement, puis de le comparer à celui qui correspond à la préhension par effet ténodèse.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

La MEG reconstitue l'activité cérébrale à partir du recueil de champs magnétiques issus des courants électriques neuronaux post-synaptiques. De très faible amplitude, ils sont détectés par des bobines supraconductrices positionnées autour du scalp et donnent une image directe de l'activité des neurones. Les premières applications de la MEG à l'imagerie motrice sont prometteuses (Battapady, Lin, Holroyd, Hallett, Chen, Fei, & Bai, 2009). Notre objectif est de comparer l'activité cérébrale de patients tétraplégiques à celle de sujets sains au cours de l'imagerie et de l'exécution réelle du mouvement de préhension, puis d'observer l'évolution des activations cérébrales au cours de l'apprentissage et de l'amélioration de la prise ténodèse. Pour cela, 4 patients tétraplégiques et 4 sujets contrôle sains appariés ont effectué une session MEG comportant 3 blocs de 3 conditions de 10 essais chacune, séparés d'intervalles de 10 secondes : exécution d'un mouvement de saisie (EM), imagerie motrice du mouvement de saisie (IM), et repos (R).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'aire motrice primaire (M1), l'aire motrice supplémentaire (AMS), ainsi que l'aire pariétale sensitive primaire (S1) sont particulièrement activées au cours de l'imagerie motrice (Guillot, Collet, Nguyen, Malouin, Richards, & Doyon, 2009). Elles ont été retenues comme régions d'intérêt. Entre les conditions IM et EM, les sujets tétraplégiques présentent un profil d'activité cérébrale semblable, en particulier dans l'intensité d'activation de M1. Celle-ci diffère chez les sujets sains, avec des intensités plus faibles en IM. Les différences observées proviennent généralement de processus d'inhibition de la commande motrice actifs pendant l'imagerie (Porro et al., 1996). Nos données MEG valident l'hypothèse d'un affaiblissement de l'inhibition chez les patients tétraplégiques, du fait de réorganisations corticales post-traumatiques, cette fonctionnalité n'ayant plus de finalité.

La comparaison des maximas d'activation pendant l'IM et l'EM dans l'homonculus moteur chez les sujets et tétraplégiques présente également des différences. Le maxima est détecté dans le gyrus pré-central moyen chez les premiers, alors qu'il est détecté dans le gyrus pré-central supérieur chez les seconds. Chez les patients, le pointage de la main vers la cible est contrôlé par les muscles de l'épaule et la saisie ténodèse par les extenseurs du poignet. Ces régions correspondent au gyrus pré-central supérieur, près de la scissure longitudinale. Cette activation cérébrale atteste l'acquisition d'une coordination motrice spécifique impliquant les muscles proximaux. Les sujets contrôlent la saisie d'un objet grâce à la pince digitale, ce qui justifie l'activation du gyrus pré-central moyen, représentatif de la main dans l'homonculus moteur, pendant l'IM et l'EM.

CONCLUSION

Ces résultats montrent une modification de l'activité centrale en imagerie motrice chez les patients médullolésés (Alkadhi, Brugger, Boendermaker, Crelier, Curt, Hepp-Reymond, & Kollias, 2005). Ils attestent l'évolution de la préhension chez les patients tétraplégiques comparativement aux sujets sains, et valident ainsi la pertinence du recours à l'imagerie motrice pour mobiliser les réseaux centraux responsable de l'élaboration des programmes moteurs de préhension. L'étude des effets de l'entraînement par imagerie motrice sur l'activité centrale offre des résultats préliminaires manifestes, tant en IM qu'en EM. Toutefois, nous devons confirmer ces observations sur un effectif plus élevé de patients.

La MEG est une méthode fiable, non seulement par les possibilités de traitement des signaux qu'elle apporte mais aussi pour le confort d'utilisation qu'elle offre aux patients (absence de bruit, sécurisation de la position assise).

BIBLIOGRAPHIE

- Alkadhi, H., Brugger, P., Boendermaker, S.H., Crelier, G., Curt, A., Hepp-Reymond H.C., Kollias, S.S., (2005). What disconnection tells about motor imagery: evidence from paraplegic patients. *Cerebral Cortex*, 15, 131-140.
- Battapady, H., Lin, P., Holroyd, T., Hallett, M., Chen, X., Fei, D.Y., Bai, O. (2009). Spatial detection of multiple movement intentions from SAM-filtered single-trial MEG signals. *Clinical Neurophysiology*, 120, 1978-1987.
- Cramer, L. C., Lastra, L., Lacourse, M. G., & Cohen, M. J. (2005). Brain motor system function after chronic, complete spinal cord injury. *Brain*, 128, 2941-2950.
- Decety, J., (1996). The neurophysiological basis of motor imagery. *Behavioural Brain Research*, 77, 45-52.
- Diskstein, R., Deutch, J.E., (2007). Motor imagery in physical therapist practice. *Physical Therapy*, 87, 942-953.
- Guillot, A., Collet, C., Nguyen, V. A., Malouin, F., Richards, C., & Doyon, J. (2009). Brain activity during visual versus kinesthetic imagery: An fMRI study. *Human Brain Mapping*, 30, 2157-2172
- Lotze, M., & Halsband, U., (2006). Motor imagery. *Journal of Physiology (London)*, 99, 386-395.
- Porro, C.A., Francescato, M.P., Cettolo, V., Diamond, M.E., Baraldi, P., Zuiani, C., Bazzocchi, M., di Prampero, P.E. (1996). Primary motor and sensory cortex activation during motor performance and motor imagery: a functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience*, 16, 7688-7698.