

Utilisation clinique de l'Imagerie par Source Magnétique en pédiatrie : Epilepsie et Cartographie Fonctionnelle

Dr Xavier De Tiège

Unité de Magnétoencéphalographie, Laboratoire de Cartographie Fonctionnelle du Cerveau,
ULB-Hôpital Erasme, Bruxelles, Belgique

La magnétoencéphalographie (MEG) est une technique d'imagerie fonctionnelle cérébrale (IFC) qui enregistre de manière totalement non-invasive les variations de champs magnétiques générés par l'activité électrique du cerveau. Un des principaux intérêts de la MEG est de localiser la ou les sources électriques à l'origine des champs magnétiques enregistrés sur une imagerie par résonance magnétique (IRM) cérébrale structurale. Cette combinaison de la MEG et de l'IRM cérébrale s'appelle l'imagerie par source magnétique (ISM). Depuis la fin des années '90, l'ISM est de plus en plus utilisée au niveau international pour la mise au point préchirurgicale non-invasive de patients présentant une épilepsie partielle pharmacorésistante ainsi que pour la cartographie fonctionnelle motrice ou langagière.

La MEG présente de nombreux intérêts méthodologiques comparés aux autres techniques d'IFC comme, par exemple, l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf). Premièrement, la MEG est une technique d'IFC totalement non-invasive et silencieuse, ce qui la rend particulièrement adaptée à la population pédiatrique. Deuxièmement, c'est la technique d'IFC qui présente le meilleur compromis entre une excellente résolution temporelle (de l'ordre de la milliseconde) et une bonne résolution spatiale (de l'ordre de quelques millimètres). La résolution temporelle extraordinaire de la MEG lui permet de détecter les variations rapides de l'activité corticale ce qui est d'une importance considérable puisque la majeure partie des processus sensorimoteurs ou cognitifs se déroulent à une échelle de temps largement inférieure à la seconde. La MEG permet donc non seulement de fournir des informations sur la spécialisation fonctionnelle du cerveau mais également d'apporter des renseignements précis sur la chronologie des événements cérébraux, ce qui revêt un intérêt tout particulier pour l'étude de la connectivité cérébrale. Enfin, la MEG étudie directement l'activité électromagnétique générée par le cerveau. Le signal MEG ne repose donc pas sur les couplages neuro-vasculaire ou neuro-métabolique. Cet aspect méthodologique prend toute son importance en pathologie neurologique car la présence de lésions cérébrales ou la prise de médicaments psychotropes ou cardio-vasculaires peuvent perturber l'intégrité de ces couplages et être à l'origine de faux positifs ou négatifs.

Le signal magnétique enregistré par la MEG est principalement généré par les courants ioniques intracellulaires liés aux potentiels post-synaptiques (PSP) produits au niveau des dendrites apicaux des cellules pyramidales du cortex cérébral. Comme les champs magnétiques sont produits de manière perpendiculaire aux dipôles électriques, seules les sources électriques tangentielles à la surface du cerveau vont engendrer des champs magnétiques détectables en dehors du crâne. La MEG mesure donc principalement l'activité du cortex situé dans les scissures et sillons du cerveau, ce qui représente plus de deux tiers de la surface du cerveau. En conséquence, cette technique est quasiment aveugle aux sources électriques situées au niveau de la convexité des circonvolutions cérébrales (sources électriques radiales). Par contre, l'électroencéphalogramme (EEG), qui enregistre les variations de potentiels électriques extra-crâniens associés aux PSP, est sensible aux

composantes radiales de l'activité électrique corticale et dans une moindre mesure à l'activité tangentielle. Ceci explique pourquoi la MEG détecte des sources d'activité neuronale non-détectables en EEG et vice-versa. Ces deux techniques doivent donc être considérées comme des techniques d'imagerie complémentaires et non concurrentes.

Les nombreuses études réalisées sur la valeur clinique ajoutée de l'ISM dans la mise au point préchirurgicale de l'épilepsie partielle réfractaire ont démontré que cette technique permet d'obtenir des informations non-redondantes sur la localisation potentielle de la zone épileptogène chez 20 à 30% des patients. Nos données suggèrent que l'ISM est particulièrement utile dans les épilepsies extra-temporales en permettant de mettre en évidence de l'activité épileptique non-visualisée en EEG, d'identifier des lésions cérébrales à l'IRM passées inaperçues et d'orienter les investigations EEG intracrâniennes. Sur base de ces données, l'ISM apparaît comme une technique nécessaire pour obtenir une vision clinique complète de l'épilepsie présentée par les patients.

L'ISM permet de cartographier les régions cérébrales impliquées dans les fonctions sensorielles, psychomotrices et cognitives. En situation clinique, l'ISM est principalement utilisée lors la mise au point préchirurgicale de patients présentant des lésions cérébrales mal placées dans le but de localiser les régions cérébrales impliquées dans les fonctions sensori-motrices et langagières. Plusieurs études suggèrent que l'ISM est supérieure à l'IRMf pour la cartographie sensori-motrice. Les problèmes méthodologiques liés à ce type d'investigations en ISM seront discutés à la lumière de la littérature disponible sur le sujet et les développements récents réalisés dans notre Unité seront présentés.