

L'imagerie par résonance magnétique - IRM :

L'IRM est une méthode d'imagerie en plein développement, aussi bien technologique que dans ses applications cliniques. Cette technique est basée sur la physique nucléaire, les mathématiques, l'informatique, la chimie, la biologie et la physiologie. Ces particularités techniques la différencient des autres approches d'imagerie médicale et lui confèrent différentes capacités : visualisation de la morphologie tissulaire, du mouvement des flux et même de la composition biochimique des tissus cérébraux normaux et pathologiques.

L'IRM conventionnelle a révolutionné les possibilités de diagnostic de la maladie, en montrant les lésions dans le cerveau et dans la moelle épinière, un dysfonctionnement ou une perte neuronale, en précisant leur caractère inflammatoire. Aujourd'hui, elle prend une place de plus en plus importante comme critère d'évaluation dans les essais cliniques. En effet, plusieurs études de recherche, ont montré que l'activité inflammatoire de la maladie est " relativement " indépendante du nombre de poussées et serait supérieure à l'activité clinique. Ainsi, la plupart des nouvelles plaques inflammatoires, détectées en IRM, sont asymptomatiques et ne s'accompagnent pas de poussée clinique. C'est ce que les spécialistes appellent une « pathologie diffuse », et qui les intéresse de plus en plus.



IRM conventionnelle

(A) : coupe IRM sagittale : coupe qui se fait selon un plan vertical et dans le sens antéropostérieur (d'avant en arrière).



(B) : coupe IRM axiale : coupe qui se fait selon un plan horizontal.



L'IRM, contrairement aux autres techniques d'imagerie, permet d'obtenir des images dont les intensités observées varient en fonction des paramètres fournis à l'appareil par le radiologue et son équipe. Les images ainsi obtenues permettent de mettre en évidence de manière différente les tissus composant les organes. Par exemple les liquides, comme le liquide céphalo-rachidien, peuvent avoir une intensité très forte, ou totalement disparaître de l'image.

L'IRM dans son usage classique permet d'obtenir une image où les contrastes sont les plus évocateurs pour les médecins. Dans ce cas particulier, les images ne reflètent pas de grandeur physique mais uniquement une relation d'intensité entre les tissus.

Néanmoins, l'IRM ne se limite pas à un jeu de contraste : il est possible de créer des images dont chaque point est une mesure exacte d'un paramètre. Dans ce cas, l'IRM devient un instrument de mesure très précis qui permet d'analyser les réponses physiques des tissus.

Il faut cependant noter 2 points importants : l'acquisition d'une mesure IRM nécessite plus de temps que l'obtention d'une image conventionnelle ; la mesure ne s'interprète pas de la même manière que les images conventionnelles.

L'IRM ne permet cependant pas de tout voir, c'est pourquoi, de la même manière que pour la radiologie conventionnelle (comme les rayons X et les scanner à rayon X), des produits de contraste sont développés afin de « révéler » les tissus. Outre le Gadolinium, déjà utilisé en pratique courante, d'autres produits de contraste, comme l'USPIO (particules d'oxyde de fer de très petite taille), sont en cours d'étude dans la SEP. Ce produit de contraste semble être un marqueur de l'activité des macrophages dans la maladie.

Les nouveaux développements de l'IRM comme l'augmentation de l'intensité du champ magnétique (3 ou 7 ou 15 Tesla, contre 0.5T ou 1.5T auparavant) devrait permettre d'améliorer la qualité des images, grâce principalement à l'augmentation du rapport signal / bruit et à une meilleure résolution des images. Le confort des patients constitue également un point important puisque le temps d'acquisition des images se trouve diminué dans ces nouveaux appareils.

Par ailleurs, de nouvelles techniques d'imagerie ont émergés :

- L'imagerie du **transfert de magnétisation** permet d'analyser plus précisément la perte de la myéline.
- La **spectroscopie** par résonance magnétique étudie la composition chimique des tissus sains et pathologiques.
- Enfin, l'imagerie **fonctionnelle** permet une analyse de l'activité fonctionnelle du cerveau. Cette analyse s'effectue par comparaison des images acquises d'une part lorsque le cerveau est au repos et d'autre part lorsqu'il est actif. L'activité est mesurée lors de différentes tâches comme par exemple des tâches motrices, sensorielles, visuelles, etc.



Imagerie fonctionnelle :

Coupe sagittale d'un cerveau avec superposition de faisceaux de fibres nerveuses. En rouge chez des sujets contrôles en bleu chez des sujets SEP. L'analyse des faisceaux de fibres permet de comprendre le fonctionnement du cerveau, de comprendre les problèmes fonctionnels liés à la perte de connexions. Dans le futur les nouvelles techniques d'imagerie vont améliorer la qualité des images, les faisceaux reconstruits vont s'approcher de plus en plus de la réalité physique.

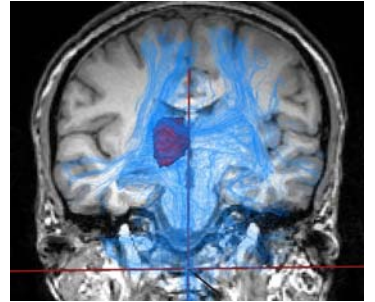
Aujourd'hui les zones de crissement de fibres sont mal analysées.

Comprendre les phénomènes qui permettent d'obtenir une image en IRM est capital à 3 niveaux :

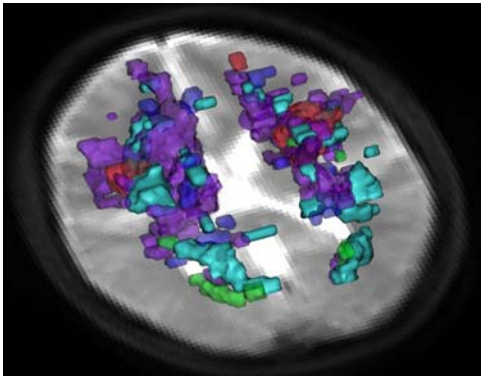
- en **pratique clinique**, pour identifier ce qui est exploré, optimiser l'examen et l'interpréter de façon pertinente ;
- en **recherche clinique**, pour analyser et différencier les formes de la SEP, pour évaluer, améliorer et proposer de nouveaux traitements,
- en **recherche fondamentale**, pour améliorer et accélérer les techniques existantes, et développer de nouvelles applications.

Visualisation d'une coupe coronale (coupe perpendiculaire à une coupe horizontale) **chez un sujet contrôle, avec superposition des fibres** (en bleu) **issues du Thalamus**.

L'analyse chez des sujets contrôles permet la vérification des analyses effectuées chez les patients SEP. La compréhension de la pathologie passe aussi par la compréhension et la connaissance de ce qui se passe en l'absence de pathologie.



Visualisation des lésions de SEP chez différents sujets et superposées dans un même espace.



Les images IRM de plusieurs sujets SEP sont alignées les unes au dessus des autres de manière à ce que les structures anatomiques communes entre les sujets se superposent. On peut ainsi observer la répartition des lésions SEP entre ces sujets. Comme souvent indiqué les régions du cerveau atteintes par des lésions sont diverses, sans motifs particuliers. L'attaque des lésions SEP ne semble pas cibler une zone en particulier. Il faut noter que dans un futur proche, les protocoles d'acquisition s'améliorant les zones représentant les lésions vont évoluer vers des formes de plus en plus précises. Les images de routine clinique dans la SEP sont souvent formées de petits cubes en trois dimensions dont les mesures sont de quelques millimètres de côté (en général 1mm) et dont l'épaisseur est de 3 à 5 fois cet ordre de grandeur, soit des cubes de 1x1x3 ou 1x1x5 mm. De plus en plus les images obtenues ont pour taille 1x1x1mm, et l'évolution des techniques va permettre dans un futur proche d'avoir des images de résolution très supérieure.

Remerciements au laboratoire VISAGES : Vision, Action et Gestion d'Informations en Santé, Equipe de recherche reconnue conjointement par l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale (INSERM) et l'Institut de Recherche en Informatique et Automatique (INRIA) et appartenant à l'IRISA (UMR CNRS 6074, Université de Rennes I). Elle est située à Rennes, France.

Cette équipe a gentiment accueilli notre « reporter » pour lui expliquer l'Imagerie et apporter des illustrations.

