

Dr Soumia MALEK

IRM Principes et applications

Introduction

L'IRM est basée sur le phénomène physique de résonance magnétique nucléaire (RMN). Un aimant cylindrique creux fournit un champ magnétique intense et permanent qui va faire apparaître au sein des différents tissus de l'organisme une aimantation due aux noyaux d'hydrogène.

Le phénomène de résonance magnétique permet de mesurer cette aimantation. On perturbe les noyaux d'hydrogène en émettant vers le patient une onde électromagnétique (impulsion radiofréquence), sous l'effet de laquelle les noyaux d'hydrogène font basculer leur aimantation par rapport à la direction du champ magnétique. A la fin de l'impulsion, l'aimantation revient à sa position d'équilibre : c'est le retour de l'aimantation à l'équilibre qui est mesuré.

Définition :

L'IRM repose sur la mise en évidence d'un signal RMN caractéristique du transfert d'énergie de l'oscillateur (champ de radiofréquence), vers le résonateur (noyau atomique excité par un champ magnétique externe).

Principe

Le noyau de l'atome d'hydrogène appelé proton présente un dipôle magnétique (nord/sud). Le proton est animé d'un mouvement de rotation sur lui-même : le mouvement de spin. Cette rotation entraîne la rotation d'une charge positive, ce qui crée un petit courant électrique et donc un petit champ magnétique : proton = petit aimant.

Se comportant comme des petits aimants, les protons vont s'aligner parallèlement au champ magnétique externe. En fait, les protons ne vont pas s'aligner exactement dans l'axe, mais tourner autour de celui-ci, se comportant comme des toupies. Ce mouvement s'appelle la précession. Sa fréquence est très rapide c'est la fréquence de Larmor.

A l'état naturel il existe une orientation aléatoire des protons (libres) donc une Aimantation macroscopique nulle = 0.

L'application d'un *champ magnétique statique fixe élevé B_0* engendre une Aimantation macroscopique longitudinale alignée selon B_0 . Un nouveau état d'équilibre s'installe.

Application d'un *champ magnétique RF (onde radio fréquence)* entraîne une perturbation de l'état d'équilibre et apparaît le phénomène de résonance.

La Bascule de l'aimantation longitudinale va se faire avec l'apparition d'une aimantation transversale.

Enfin le retour à l'état d'équilibre réalise une émission de signal RMN.

2 « types » d'aimantation tissulaire :

- Longitudinale parallèle à B_0
- Transversale perpendiculaire à B_0

Relaxation T1 = Relaxation longitudinale = Repousse progressive de l'aimantation longitudinale.

Relaxation T2 = Relaxation transversale = Décroissance de l'aimantation transversale

Paramètres d'acquisition : TR et TE ; TR = temps de répétition ; TE = temps d'écho

Ce sont ces deux paramètres qui conditionnent la Pondération des images en T1 ou en T2.

Codage spatial : le Signal RMN recueilli est un signal global non localisé. La reconstruction des images IRM nécessite un codage spatial du signal qui est réalisé à partir de gradients linéaires de champ magnétique. Gradient = variation linéaire de champ magnétique
Application de 3 gradients x,y,z.

Modalités pratiques

L'Appareillage comprend :

1/ Aimant principal à haut champ >1Tesla supraconducteur

Conditionne la qualité de l'image (bon rapport Signal/Bruit)

2/ Bobines de gradient : 3 paires de bobines, Permettent le codage spatial de l'image

3/ Antennes : Permettent l'émission des impulsions RF et la réception du signal

2 types: -Antennes de volume (tête, tête-cou)
 -Antennes de surface (« réseau phasé » pour le rachis)

Contre-indications+++

Liées essentiellement

- A la présence du champ magnétique statique B_0 ++
- Aux effets de l'onde RF (échauffement aux fréquences élevées)
- Aux effets des gradients (thermique et électrique)
- Stimulateur cardiaque (dysfonctionnement, courants induits)
- Implants métalliques +/- ferromagnétiques ; *Clips anévrysmaux intracérébraux+++ ; Stents : Règle des 6 semaines ; Valves cardiaques, filtres caves ; Pompes implantables, implants cochléaires...*
- Corps étrangers métalliques ; *Intraoculaires+++ (Rx ou TDM)*
- 3 premiers mois de grossesse
- Claustrophobie
- Agents de contraste (Gadolinium) CI pendant la grossesse

Produits de contraste

Agents T1 : Substances dites paramagnétiques (Gd^{++}) gadolinium

Induisent un champ magnétique local qui entraîne une diminution du temps de relaxation T1

Augmente le contraste T1

Séquences

Echo de spin (SE): Séquence de base

Imagerie rapide :

Séquences d'écho de spin rapide, Séquences d'écho de gradient, Séquences d'écho de gradient rapide, Séquences d'écho de gradient « ultra-rapide », Imagerie instantanée diffusion, Inversion-récupération,

Séquences Angiographie par Résonance Magnétique ARM :

Tractographie et imagerie en tenseur de diffusion, IRM Fonctionnelle, Spectroscopie IRM, IRM Dynamique et Perfusion