

Roberto Salvati

"Development of Magnetic Resonance Imaging (MRI) methods for in vivo quantitation of lipids in preclinical models"

Directeur et Co-directeur de thèse : Giulio GAMBAROTA et Eric HITTI

Lieu: Amphi B Hall du bâtiment 2 du campus santé à Villejean

Date: mardi 15 décembre 2015 à 14h

Summary

Obesity is associated with increased morbidity and mortality linked to many diseases, including type 2 diabetes, hypertension and disease nonalcoholic fatty liver. Recently, ¹H magnetic resonance imaging (MRI) has emerged as the method of choice for non-invasive fat quantification.

In this thesis, MRI methodologies were investigated for *in vitro* (MR phantoms) and *in vivo* (mice) measurements on a 4.7T preclinical scanner. Two algorithms of fat quantifications – the Dixon's method and IDEAL algorithm – were considered. The performances of the IDEAL algorithm were analyzed as a function of tissue properties (T2*, fat fraction and fat spectral model), MRI acquisition parameters (echo times, number of echoes) and experimental parameters (SNR and field map). In phantoms, the standard approach of single-T2* IDEAL showed some limitations that could be overcome by optimizing the number of echoes. A novel method to determine the ground truth values of T2* of water and T2* of fat was here proposed.

For *in vivo* measurements, different analyses were performed using the IDEAL algorithm in liver and muscle. Statistical analysis on ROI measurements showed that the optimal choice of the number of echoes was equal to three for fat quantification and six or more for T2* quantification. The fat fraction values, calculated with IDEAL algorithm, were statistically similar to the values obtained with Dixon's method.

Finally, a method for generating reference signals mimicking fat-water systems (Fat Virtual Phantom MRI), without using physical objects, was proposed. These virtual phantoms, which display realistic noise characteristics, represent an attractive alternative to physical phantoms for providing a reference signal in MRI measurements.

Résumé

L'obésité est associée à une augmentation de la morbidité et de la mortalité liée à de nombreuses maladies, y compris le diabète de type 2, l'hypertension et des pathologies hépatiques menant à une surcharge lipidique d'origine non alcoolique.

Récemment, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) est devenue la méthode de choix pour la quantification non invasive de la graisse.

Dans cette thèse, les méthodes d'IRM ont été étudiées sur un scanner préclinique de 4.7T *in vitro* (fantômes MR) et *in vivo* (souris). Deux algorithmes de quantifications de la graisse -la méthode de Dixon et l'algorithme IDEAL- ont été considérés. Les performances de l'algorithme IDEAL ont été analysées en fonction de propriétés des tissus (T2*, fraction de graisse et la modèle spectral de la graisse), paramètres d'acquisition IRM (temps d'écho, nombre d'échos) et les paramètres expérimentaux (SNR et carte de champ). Sur les fantômes, l'approche standard single-T2* IDEAL a montré certaines limites qui pourraient être surmontées en optimisant le nombre d'échos. Une nouvelle méthode, pour déterminer les valeurs de vérité terrain pour T2* de l'eau et pour T2* de la graisse, a été proposée.

Pour les mesures *in vivo*, différentes analyses ont été effectuées en utilisant l'algorithme IDEAL sur le foie et les muscles. L'analyse statistique sur les mesures de ROI a montré que le choix optimal du nombre d'échos est égal à trois pour la quantification de la graisse et six ou plus pour la quantification du T2*. Les valeurs de la fraction de graisse, calculées avec l'algorithme IDEAL, étaient statistiquement comparables aux valeurs obtenues avec la méthode de Dixon.

Enfin, un procédé pour générer des signaux de référence mimant les systèmes eau-graisse (Fat Virtual Phantom MRI), sans l'aide d'objets physiques, a été proposé. Ces fantômes virtuels, qui présentent des caractéristiques de bruit réalistes, représentent une alternative intéressante aux fantômes physiques pour fournir un signal de référence dans les mesures IRM.