

2023 Proposition de Sujet de Stage de Master 2

Titre : Dual Energy Computed Tomography of Lung Ventilation and Perfusion.

Acronyme : ARGOS

Mots-clés : Tomodensitométrie ; Ventilation pulmonaire régionale ; Perfusion pulmonaire ; Asthme.

Laboratoire d'accueil : Synchrotron Radiation for Biomedicine (STROBE) Inserm UA07; Dir. Sam Bayat.

Nom, prénom, qualité de l'encadrant : Sam BAYAT PUPH UGA HDR (2009), Laboratoire STROBE Inserm UA07.

Contact : sbayat@chu-grenoble.fr

Positionnement du sujet

Les maladies respiratoires chroniques sont parmi les principales causes de mortalité et de morbidité dans le monde. De toutes les maladies respiratoires chroniques, la bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO) et l'asthme sont les plus fréquents¹. Le rétrécissement et l'obstruction des voies respiratoires sont une caractéristique des deux maladies. La réduction de la fonction pulmonaire due aux maladies respiratoires obstructives se caractérise par une inhomogénéité de la mécanique pulmonaire régionale, ainsi que de la ventilation et de la perfusion. Récemment, il a été démontré que les données fonctionnelles pulmonaires régionales obtenues par traitement d'images de tomodensitométrie (computed tomography ; CT) permettent une caractérisation phénotypique plus précise et un diagnostic personnalisé, prédictif de l'évolution de ces maladies^{2,3}.

Nous avons déjà appliqué le recalage non rigides d'images de CT pulmonaires chez des patients atteints de BPCO pour quantifier et caractériser la fonction pulmonaire régionale⁴. Une caractérisation régionale aussi détaillée n'est pas possible à l'aide de mesures globales de la fonction pulmonaire telles que la spirométrie. Cependant, comme cette approche repose sur l'estimation de la variation locale du volume pulmonaire à partir d'images statiques, elle ne mesure pas la ventilation pulmonaire régionale *en tant que telle*. Récemment, la tomodensitométrie à double énergie (DECT) a été développée, ce qui permet non seulement d'améliorer la sensibilité au contraste, mais aussi de quantifier les matériaux de contraste tels que le xénon inhalé ou le gadolinium injecté dans les poumons. Nous avons récemment utilisé le DECT pour imager la ventilation pulmonaire régionale et les distributions de perfusion chez des lapins anesthésiés dans des conditions normales et après une bronchoconstriction induite.

Ici, nous envisageons d'étudier la relation entre le changement de volume régional dérivé de recalage non-rigide d'images et la ventilation pulmonaire régionale mesurée à l'aide du DECT combiné à l'inhalation de xénon, et comment cette relation est affectée par le rétrécissement des voies respiratoires, une caractéristique des modèles de maladies obstructives telles que l'asthme et la BPCO. De plus, nous étudierons la perfusion pulmonaire régionale et l'effet de la constriction aiguë des voies respiratoires.

Objectifs du stage

L'objectif de ce projet est d'analyser des images de DECT obtenues lors d'inhalation de xénon dans un modèle préclinique d'asthme, afin d'en extraire des paramètres liés à la ventilation et la perfusion pulmonaire. LA ventilation régionale sera également obtenue par recalage non-rigide d'images pulmonaires statiques obtenues à 2 volumes différents correspondant à l'inspiration et à l'expiration. Les paramètres ainsi obtenus seront comparés entre les conditions normale et pathologique.

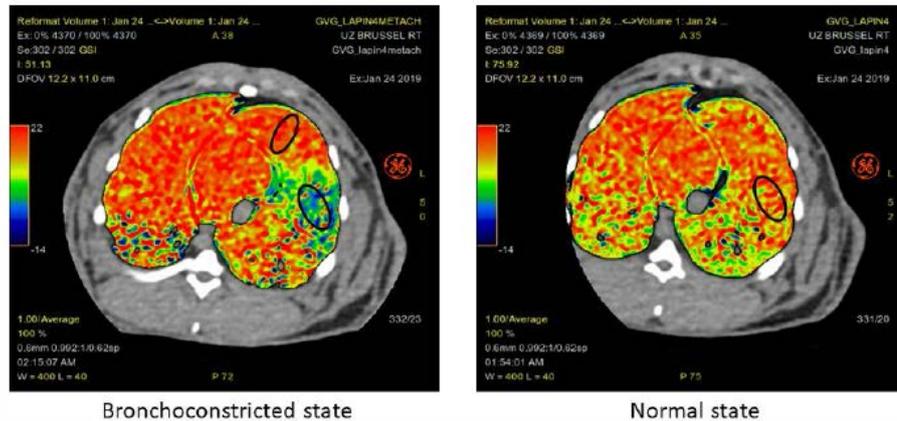


Figure 1. Cartographie de distribution régionale de Xénon dans le poumon de lapin anesthésié et sous ventilation mécanique, par DECT à l'état normal (à droite) et au cours d'une bronchoconstriction induite (à gauche).

Méthodologie envisagée

Notre approche est basée sur la segmentation du poumon suivie du calcul de ventilation pulmonaire régionale d'après les images DECT acquises au cours de l'inhalation de xénon (Figure 1). Ce gaz rare peut être quantifié et la vitesse avec laquelle il remplit les alvéoles pulmonaires permet de mesurer la ventilation régionale. Par ailleurs, le recalage élastique d'images inspiratoires et expiratoires en 3D, permet de mesurer le changement de volume local. Elle consiste à quantifier la déformation pulmonaire régionale, mais également le changement de volume régionale et son hétérogénéité d'après la variation de l'atténuation locale des rayons X avec la respiration. Cette dernière approche permet d'estimer la ventilation régionale et a l'avantage de ne pas nécessiter l'inhalation d'un gaz exogène.

Dans le cadre du présent stage, vous serez amené à vous familiariser avec le code informatique (Python) de segmentation et de recalage pulmonaire existant. Vous adapterez ce code à l'analyse d'images précliniques obtenues dans différentes conditions expérimentales. Vous serez amené à réaliser une analyse statistique à l'aide d'outils disponibles dans R. Vous participerez à la préparation et à la rédaction d'un article scientifique.

Références bibliographiques

1. *Lancet Respir Med* 5, 691-706, (2017).
2. Bhatt, S. P. et al. *Am J Respir Crit Care Med*, (2018).
3. Galban, C. J. et al. *Nat Med* 18, 1711-5, (2012).
4. Cohen, J. et al. *Frontiers in Physiology* 13, 862186, (2022).