Cartes paramétriques de la fonction pulmonaire chez des volontaires sains en décubitus ventral et dorsal

Nathalie Barrau[1], Adrien Duwat[1], Killian Sambourg[1], Angéline Nemeth[1], Antoine Beurnier[3], Tanguy Boucneau[2], Vincent Lebon[1] et Xavier Maître[1]

[1] *Université Paris-Saclay, CEA, CNRS, Inserm, BioMaps, Orsay, France*
[2] *GE Healthcare, Buc, France*
[3] *Hôpital Bicêtre, APHP Paris, Kremlin-Bicêtre, France*

Objectifs : La spirométrie 3D par IRM permet de caractériser la ventilation à partir de courbes débit-volume obtenues localement. Dans cette étude, nous produisons des cartes nominales des principaux paramètres sur une population de 25 volontaires sains en décubitus ventral et dorsal. Les cartes des moyennes et écarts-types des volumes courants (TV), des débits expiratoires de pointe (SPEF) et des indices d'anisotropie (ADI) sont présentées ici comme la base d'un atlas original de la fonction respiratoire.

Matériels et Méthodes : Des acquisitions IRM à temps d'écho ultra-court (UTE) furent réalisées à 3 T (TEP-IRM GE Healthcare). Après rephasage des données sur la respiration, une dynamique respiratoire intégrée sur les 10 min d'acquisition fut établie sur 32 volumes. Les champs de déformation associés à cette dynamique furent déduits par recalage élastique. Le calcul du Jacobien et de sa dérivée temporelle établit alors les courbes débit-volume de la respiration en chaque voxel. Les paramètres fonctionnels comme TV et SPEF purent ainsi être déduits. Des biomarqueurs mécaniques comme FA ont par ailleurs été extraits du tenseur de Green-Lagrange correspondant. Les cartes paramétriques furent normalisées spatialement et leurs moyennes et écart-types purent être établies sur les 25 volontaires. Nous avons évalué la sensibilité à la gravité (test de Wilcoxon) ainsi que leur reproductibilité inter-volontaire (écart-type moyen et coefficient de corrélation).

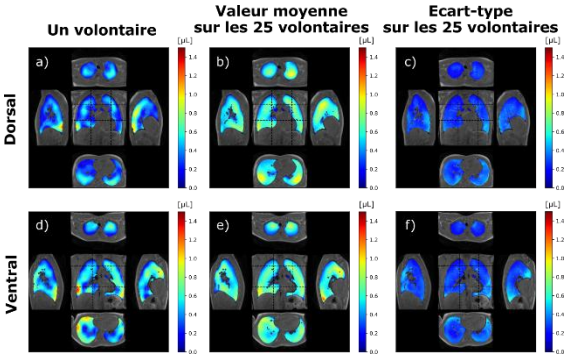

Figure 1 : Cartes 3D des TV locaux en décubitus dorsal (a-b-c) et ventral (d-e-f) en μL

Résultats : Les cartes paramétriques sont hétérogènes sur le volume pulmonaire mais présentent bien des motifs semblables sur l'ensemble des volontaires avec des volumes et débits locaux plus importants dans les régions basales et dépendantes à la gravité. Les coefficients de corrélation le marquent en décubitus dorsal (0,63±0,07) et ventral (0,65±0,04). La technique confirme les caractéristiques attendues en respiration spontanée humaine avec une promotion des régions dépendantes de la gravité ($p<0.05$ pour TV, SPEF et ADI) et une meilleure homogénéisation de la fonction respiratoire en décubitus ventral. TV est en moyenne 17,6% plus élevé dans les régions postérieures que dans les régions antérieures en décubitus dorsal alors qu'il est 8,6% plus faible en décubitus ventral.

Conclusion : La spirométrie 3D par IRM révèle des motifs reproductibles de la respiration spontanée. La robustesse et la sensibilité de la technique furent éprouvées inter- et intra-volontaire par la dépendance pulmonaire à la gravité. La technique ouvre une nouvelle voie d'exploration fonctionnelle respiratoire.