

STAGE MASTER INFORMATIQUE - 2022

Contexte : en réanimation, la séparation du ventilateur (*extubation*) est une situation particulièrement à risque où les patients sont susceptibles de présenter une insuffisance respiratoire aiguë pouvant nécessiter une nouvelle intubation, laquelle est associée à une importante morbi-mortalité. La surveillance des patients au décours de l'extubation est donc un enjeu majeur. Cette surveillance se confronte toutefois à la difficulté d'obtenir, de façon la moins invasive possible (*les patients viennent d'être extubés*), des signaux de surveillance permettant de prédire de façon fiable la dégradation de l'état respiratoire des patients. En effet, les patients étant libérés du ventilateur, les données de la surveillance respiratoire (*volume courant, pression des voies aériennes, fréquence respiratoire*) ne sont désormais plus disponibles.

Classiquement, le processus de séparation du ventilateur, le sevrage de la ventilation mécanique, se décompose en trois étapes. La première consiste à rechercher les critères de sevrabilité qui, lorsqu'ils sont présents, doivent inciter à la réalisation d'une épreuve de ventilation spontanée, test diagnostic visant à simuler les conditions de ventilation sans l'assistance du ventilateur. La deuxième étape réside dans la réalisation de l'épreuve de ventilation spontanée et à son interprétation (succès ou échec). Enfin, la troisième étape est l'extubation et la surveillance du risque de survenue d'un échec d'extubation souvent associé à la nécessité d'une nouvelle intubation.

La prédiction de l'insuffisance respiratoire aiguë post-extubation est une question clinique quotidienne. Le dérecrutement pulmonaire qui survient lors de la transition de ventilation mécanique vers ventilation spontanée traduisant un défaut d'aération pulmonaire peut être observé au cours d'une épreuve de ventilation spontanée par l'échographie. En effet, l'échographie permet de quantifier l'aération du parenchyme pulmonaire en calculant une métrique, le Lung Ultrasound Score. Cette métrique, le LUS¹, pourrait être un prédicteur de l'insuffisance respiratoire aiguë post-extubation en détectant un défaut d'aération pulmonaire avant ou au décours de l'extubation.

A partir des images/vidéos échographiques, le LUS est calculé de manière visuelle par l'expert. L'échographe est positionné sur douze points du thorax et pour chacun le LUS est évalué sur une échelle qui va de 0 à 3, à chaque valeur correspond un motif bien défini dans l'image :

- LUS = 0
 - Aération normal – N ; `
 - Motif : lignes de type A et/ou quelque lignes de type B (deux max) ;
- LUS = 1
 - Perte modérée d'aération – B1 ;
 - Motif : lignes de type B (plus que deux) ;
- LUS = 2
 - Perte sévère d'aération – B2 ;
 - Motif : ensemble compact de lignes de type B ;
- LUS = 3
 - Consolidation pulmonaire (atrophie) ;
 - Motif : lignes de type C - broncho-grammes aériennes consolidés.

¹ Lung UltraSound



L'évaluation du LUS peut donc aller théoriquement de 0 à 36. Au long des différentes mesures un LUS en augmentation avec des valeurs supérieures à 20 sont l'indice d'un dérecrutement pulmonaire.

Objectif : dans le contexte du protocole EXIT, nous avons enregistré plus de 90 échographies trans-thoraciques pulmonaires sur une cohorte de 30 patients. Ces images ont été évaluées par deux experts (évaluation du LUS).

Dans la littérature [2] [3] [4] [5] plusieurs approches à base de réseaux de neurones convolutifs (CNN) ont essayé d'automatiser l'interprétation des images échographiques, surtout l'évaluation des motifs liés aux lignes de type B.

Le stage a pour objectif d'évaluer ces approches à base de CNN sur la base d'images EXIT, en fonction des performances (Sensibilité, Spécificité, F1-Measure) analyser les limites et proposer des pistes d'améliorations tant au niveau de l'apprentissage qu'au niveau du modèle d'inférence (i.e. SVM, morphologie mathématique).

Lieu : le contexte du stage est multi-disciplinaire et il se déroulera au Laboratoire d'Informatique Paris 6 (LIP6- UMR 7606) à Sorbonne Université, en collaboration avec le Dr. Martin Dres (McU-Ph) au laboratoire de Neurophysiologie respiratoire expérimentale et clinique (UMRS 1158) à l'Hôpital Pitié-Salpêtrière à Paris. Le stage s'insère dans les travaux de la thèse CIFRE de Vincent Janiak en collaboration avec la société Bioserenity.

Prérequis :

- Connaissances : algorithmes et techniques de segmentation de l'image, techniques d'apprentissage et réseaux de neurones.
- Langages et outil : C, python, PyTorch, TensorFlow.

Encadrants :

Andrea Pinna (MdC), Isabelle Bloch (PU) et Martin Dres (McU-PH)

Contacts :

Andrea Pinna

Email : andrea.pinna@sorbonne-universite.fr

Bibliographies

- [1] A. Soummer *et al.*, « Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress* »: *Crit. Care Med.*, vol. 40, n° 7, p. 2064-2072, juill. 2012, doi: 10.1097/CCM.0b013e31824e68ae.
- [2] B. Bataille *et al.*, « Accuracy of ultrasound B-lines score and E/Ea ratio to estimate extravascular lung water and its variations in patients with acute respiratory distress syndrome », *J. Clin. Monit. Comput.*, vol. 29, n° 1, p. 169-176, févr. 2015, doi: 10.1007/s10877-014-9582-6.
- [3] M. R. Panicker, Y. T. Chen, C. Kesavadas, et A. P. Vinod, « An Approach Towards Physics Informed Lung Ultrasound Image Scoring Neural Network for Diagnostic Assistance in COVID-19 », p. 9.
- [4] C. McDermott, M. Łacki, B. Sainsbury, J. Henry, M. Filippov, et C. Rossa, « Sonographic Diagnosis of COVID-19: A Review of Image Processing for Lung Ultrasound », *Front. Big Data*, vol. 4, p. 612561, mars 2021, doi: 10.3389/fdata.2021.612561.
- [5] H. Kerdegari *et al.*, « Automatic Detection of B-lines in Lung Ultrasound Videos From Severe Dengue Patients », *ArXiv210201059 Cs Eess*, févr. 2021, Consulté le: sept. 22, 2021. [En ligne]. Disponible sur: <http://arxiv.org/abs/2102.01059>