

[COVID Information Commons \(CIC\) Research Lightning Talk](#)

Transcript of a Presentation by Ali Vahdati (East Carolina University, College of Engineering and Technology), August 19, 2021



Title: A Computational Model for Multiscale Investigation of Regional Lung Dynamics

NSF Award #: [2034964](#)

[YouTube Recording with Slides](#)

[August 2021 CIC Webinar Information](#)

Transcript Editor: Julie Meunier

Transcript

Slide 1

Ali Vahdati:

Pouvez-vous voir mes diapositives ?

Lauren Close:

Oui.

Ali:

D'accord, très bien. Merci pour la présentation, Lauren.

Bon après-midi à tous, ou bonjour, en fonction de là où vous êtes. Je parlerai de notre projet financé par la NSF sur la modélisation informatique multi-échelle de la dynamique pulmonaire chez les patients COVID-19. C'est un projet interdisciplinaire et l'équipe est composée à la fois d'ingénieurs et de médecins du *College of Engineering and Technology* et de la *Brody School of Medicine* de l'université de *East Carolina*.

Slide 2

Nous savons tous que la pandémie de COVID-19 continue, en particulier récemment avec le nouveau variant Delta. Nous savons aussi que le virus peut causer des dommages importants et des changements progressifs aux poumons, entre autres tissus et organes, en particulier chez les patients atteints du syndrome de détresse respiratoire aiguë COVID-19. Comme vous pouvez le voir sur ce graphique, dans les alvéoles pulmonaires, la COVID-19 provoque de nombreux changements complexes comme la fibrose, la mort cellulaire et la formation de thromboses. Même dans des poumons sains, notre

connaissance actuelle du fonctionnement des poumons aux échelles microscopique et mésoscopique reste très rudimentaire. En partie à cause de la structure hiérarchique complexe et des propriétés mécaniques des poumons.

Slide 3

Ainsi, la modélisation informatique du poumon par tomodensitométrie spécifique au patient dans un état pathologique tel que COVID -19 peut fournir de nouvelles informations sur la dynamique du poumon et sur le rôle de la mécanique dans l'inflammation du poumon. Cette image est issue d'un article que nous avons publié récemment dans le *Journal of Life Sciences*, et elle montre que les dommages au niveau des alvéoles pulmonaires à l'échelle microscopique peuvent se propager et se manifester à l'échelle macroscopique de façon complexe. Par exemple, ici on peut voir que dans l'image de gauche du laboratoire de Perlman, la formation d'un œdème dans les alvéoles peut se traduire en un stress et une tension accrue dans les tissus environnants. A plus grande échelle, cela peut entraîner des changements dans la conformité des poumons. Cela est dû en partie à la réduction du tensioactif diffusé, comme le montre l'image de droite du groupe de Gaver.

Slide 4

Je voudrai aussi noter que les impacts de l'échelle microscopique de la COVID-19 sur les interstices pulmonaires et les capillaires sont très indépendants. Comme vous pouvez le voir sur ce graphique, les dommages causés à chaque composante de l'alvéole, comme la paroi septale, peuvent être à l'origine de dommages aux capillaires et inversement. Je sais qu'il y a beaucoup de détails sur ce graphique, mais certains dépassent le périmètre de cette présentation. Ainsi, pour gagner du temps, si vous souhaitez obtenir plus de détails sur ces changements progressifs dans la mécanique pulmonaire, veuillez vous référer à cette publication récente de notre groupe dans le *Journal of Life Sciences*.

Slide 5

La première étape dans la modélisation en silicone spécifique au patient est l'imagerie médicale. Dans ce projet de recherche récent, nous utilisons une technique de scanographie 4D, qui inclut le suivi du mouvement des poumons avec des LEDs. Cette méthode peut capturer 10 scans ou plus des poumons pendant un cycle de respiration complet et permet de collecter plus d'informations sur la dynamique des poumons qu'un simple scan statique. Nous avons réalisé des images avec sur cinq patients pour l'instant avec cette technique et nous utilisons ces images pour développer des modèles numériques des poumons spécifiques au patient. Si vous êtes intéressés par une analyse plus en profondeur de ce jeu de données d'images pour répondre à d'autres problématiques de recherche, vous pouvez me contacter pour discuter d'une éventuelle collaboration. Vous pouvez voir mon adresse email sur cette diapositive.

Slide 6

L'analyse des poumons malades nécessite que les poumons soient isolés des tissus environnants sur les scans à l'aide d'une segmentation d'image, comme vous pouvez le voir sur cette image. Voici un exemple d'un scan 4D que nous avons segmenté pour mettre en évidence les endroits où sont situés les infiltrats de verre dépoli (*Ground glass regions & opacities*), les nodules, les zones de consolidation et les interstices pulmonaires. Segmenter ces images de poumons COVID peut être difficile - il y a beaucoup d'artéfacts dans les images, notamment des artéfacts de mouvement si le patient tousse, par exemple. Les infiltrats de verre dépoli rendent aussi la segmentation plus difficile. Nous avons donc développé un

approche semi-automatique et efficace de la segmentation pour être capable de segmenter ces images de manière efficace en utilisant notre logiciel open-source. Vous pouvez observer un résultat représentatif sur cette slide. Nous avons aussi soumis un résumé de ces méthodes à l'assemblée annuelle de 2021 de la BMES - Société de génie biomédical - et ce résumé a récemment été approuvé et sera présenté en octobre.

Slide 7

A ce stade, nous avons développé des modèles informatiques de la dynamique pulmonaire à l'échelle microscopique et macroscopique par éléments finis. Nous sommes actuellement en train de coupler les modèles microscopique et macroscopique et de les valider. Nous espérons que ces modèles vont faire avancer notre compréhension du fonctionnement des poumons sains et malades et fournir une plateforme virtuelle pour tester nos hypothèses et celles d'autres chercheurs.

Slide 8

Voici les deux résumés qui ont été approuvés pour la présentation à la conférence annuelle 2021 de la BMES. J'ai déjà brièvement parlé du premier. Le second est centré sur mieux comprendre le comportement mécanique des tissus pulmonaires aux échelles microscopique et mésoscopique, pour que nous puissions utiliser des modélisations correctes de la constitution et des propriétés mécaniques des tissus dans nos modèles numériques. Dans ce second résumé, nous avons développé un modèle mésoscopique des tissus pulmonaires par éléments finis et étudié les propriétés mécaniques émergentes du tissu en fonction de mesures microscopiques disponibles des forces atomiques.

Slide 9

Enfin, je tiens à remercier la NSF, la division CMMI, le programme de biomécanique et de mécanobiologie, les cochercheurs, mon équipe de recherche, le post-doctorant Anup Pant et les étudiants de troisième cycle Elizabeth Dimbath et Shea Middleton pour leur soutien financier. Je remercie également les organisateurs du webinaire de m'avoir donné l'occasion de présenter mes recherches. Encore une fois, si vous avez des questions ou si vous êtes intéressé par une collaboration avec notre groupe, n'hésitez pas à me contacter par l'intermédiaire de mon adresse mail qui figure sur cette diapositive vahdatia18@ecu.ecu. Je vous remercie de votre attention.

Lauren:

Merci beaucoup, c'était une présentation fantastique et très intéressante, professeur. Je suis sûr que notre public a beaucoup de questions à vous poser sur votre présentation. Pour vous le rappeler, nous organiserons une séance de questions-réponses à la fin de toutes les présentations. En attendant, si vous avez des questions, vous pouvez les poser dans le chat. Nous y répondrons individuellement à la fin de toutes les présentations.