Du pli vocal à la phonation humaine

Lucie Bailly[(a)*], Hamid Yousefi-Mashouf[(a,b)], Daniel Ferri-Angulo[(c)], Laurent Orgéas[(a)], Jérôme Sohier[(c)], Nathalie Henrich Bernardoni[(b)], Anne McLeer[(d)], Philippe Chaffanjon[(b,e)]

[(a)] *Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, 3SR, 38000 Grenoble, France*
[(b)] *Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, GIPSA-lab, 38000 Grenoble, France*
[(c)] *Univ. Claude Bernard Lyon 1, CNRS, INSA, MATEIS, 69372 Lyon, France*
[(d)] *Univ. Grenoble Alpes, CHU Grenoble Alpes, Service d'Anatomie et Cytologie Pathologique, Grenoble, France*
[(e)] *Univ. Grenoble Alpes, CHU Grenoble Alpes, LADAF, 38000 Grenoble, France*

**lucie.bailly@3sr-grenoble.fr*

10.1016/j.morpho.2021.05.008**Objectif :** Le pli vocal humain possède des propriétés vibratoires remarquables liées à sa structure complexe fortement hétérogène et organisée en différentes couches, ainsi qu'à la microarchitecture de ses réseaux fibreux. Cette structure est si complexe qu'aucun matériau de substitution n'est capable à ce jour de mimer les performances vibro-mécaniques des plis vocaux [1-3]. Notre projet a pour objectif global d'approfondir la compréhension du comportement biomécanique du pli vocal en lien avec ses spécificités microstructurales grâce, notamment, à l'élaboration de nouveaux hydrogels biomimétiques aux propriétés structurales et mécaniques ajustables.

Matériels et méthodes : Nous avons élaboré trois types d'hydrogels : 1) par le mélange de solutions aqueuses de gélatine porcine et d'un agent de réticulation (Glutaraldéhyde) ; 2) par le mélange de solutions aqueuses de poly-lysine dendrimères et de polyéthylène glycol [4] ; 3) à partir des hydrogels 2) renforcés par des nanofibres de polycaprolactone. Ces matériaux ont été testés sous des chargements hygro-mécaniques les plus proches possibles des conditions in vivo (traction simple en déformations finies sous humidité saturée) et leur réponse comparée à celles des différentes couches du pli vocal (épithélium et lamina propria, vocalis) [3].

Résultats : Nous avons optimisé les compositions de ces différents hydrogels pour leur conférer des propriétés mécaniques comparables à celles des différentes sous-couches du tissu vocal (par exemple, pour une même déformation subie, la couche musculaire doit être plus souple que la lamina propria). Ces variations ont été réalisées (i) en faisant varier la concentration de l'agent de réticulation chimique dans les hydrogels 1) et 2), (ii) en pilotant la structure du renfort fibreux (taux et orientation) des hydrogels 3).

Conclusion : Ces premières optimisations physico-chimiques et structurales ouvrent des perspectives prometteuses pour la conception de futurs plis vocaux artificiels capables de vibrer dans des conditions aéro-acoustiques les plus proches possibles des conditions in vivo.

Mots clés : Pli vocal – Hydrogels réticulés biomimétiques – Réticulation chimique – Nanofibres – Caractérisation mécanique

Remerciements : Les auteurs remercient l'ANR N°17-CE19-0015-01 pour son support financier.
Déclaration d'intérêt : Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêt.

Références

[1] Miri AK, Heris HK, Tripathy U, Wiseman PW, Mongeau L. Microstructural characterization of vocal folds toward a strain-energy model of collagen remodeling. Acta Biomater. 2013 Aug;9(8):7957-67.
[2] Bailly L, Cochereau T, Orgéas L, Henrich Bernardoni N, Rolland du Roscoat S, McLeer-Florin A, et al. 3D multiscale imaging of human vocal folds using synchrotron X-ray microtomography in phase retrieval mode. Sci Rep. 2018 Sep 18;8(1):14003.
[3] Cochereau T, Structure et Mécanique du pli vocal humain : caractérisation et modélisation multi-échelles, PhD Thesis, Univ. Grenoble Alpes, 2019.
[4] Debret R, Faye C, Sohier J, Sommier P. Polypeptide dérivé de la tropoélastine et matériau biocompatible le comprenant. Patent, WO/2017/194761.