



**HAL**  
open science

## Estimation numérique des chargements mécaniques sur les articulations de l'index à l'aide d'un modèle biomécanique hybride

Barthélémy Faudot, Jean-Baptiste de Villeneuve Bargemon, Benjamin  
Goislard De Monsabert, Jean-Louis Milan, Laurent Vigouroux, Charlotte  
Jaloux, Régis Legré

### ► To cite this version:

Barthélémy Faudot, Jean-Baptiste de Villeneuve Bargemon, Benjamin Goislard De Monsabert, Jean-Louis Milan, Laurent Vigouroux, et al.. Estimation numérique des chargements mécaniques sur les articulations de l'index à l'aide d'un modèle biomécanique hybride. *Hand Surgery and Rehabilitation*, 2021, 40 (6), pp.897-898. 10.1016/j.hansur.2021.10.216 . hal-04463392

**HAL Id: hal-04463392**

**<https://hal.science/hal-04463392v1>**

Submitted on 17 Feb 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Estimation numérique des chargements mécaniques sur les articulations de l'index à l'aide d'un modèle biomécanique hybride

Barthélémy Faudot, Jean-Baptiste De Villeneuve Bargemon, Benjamin Goislard De Monsabert, Jean-Louis Milan, Laurent Vigouroux, Charlotte Jaloux, Régis Legré,

Estimation numérique des chargements mécaniques sur les articulations de l'index à l'aide d'un modèle biomécanique hybride,

Hand Surgery and Rehabilitation,

Volume 40, Issue 6,

2021,

Pages 897-898,

ISSN 2468-1229,

<https://doi.org/10.1016/j.hansur.2021.10.216>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468122921004977>)

La connaissance de la distribution des chargements mécaniques locaux dans les articulations de la main est cruciale pour comprendre les conséquences de pathologies telles que l'arthrose. La mesure in-vivo des chargements articulaires n'étant pas réalisable, leur détermination reste un défi nécessitant des modèles biomécaniques numériques complexes.

Cette étude consiste à développer et valider un nouveau modèle biomécanique de l'index pour estimer les chargements articulaires pendant une force maximale en position pinch grip. Ce modèle « hybride » combine deux approches mathématiques permettant de prendre en compte les composants anatomiques de la main et un actionnement réaliste de la force des tendons.

Six sujets droitiers ont réalisé des préhensions d'objet en pinch grip pouce-index. Un capteur de force a été utilisé pour enregistrer la force appliquée sur l'objet et la position 3D des os de la main a été suivie à l'aide d'une technique de capture de mouvement. Ces données expérimentales ont été utilisées comme données d'entrée dans un modèle musculosquelettique permettant de déterminer numériquement les efforts musculaires.

Ces efforts ont été utilisés pour piloter un modèle par éléments finis. Pour ce dernier, la modélisation numérique a été réalisée à l'aide de CT-scan d'un sujet droitier permettant d'obtenir la géométrie osseuse grâce à une étape de segmentation. Le cartilage, les tendons fléchisseurs et extenseurs ainsi que les ligaments ont été modélisés en 3D suivant l'anthropométrie du patient.

Pour les articulations IPD, IPP et MCP, les chargements articulaires maximaux étaient de  $32,6 \pm 9,0$  MPa,  $34,0 \pm 8,4$  MPa et  $37,2 \pm 7,5$  MPa et les chargements articulaires moyens étaient de  $6,9 \pm 2,7$  MPa,  $6,2 \pm 1,0$  MPa et  $7,2 \pm 1,3$  MPa, respectivement.

L'accord entre les données expérimentales et les estimations numériques sur la force appliquée sur l'objet et les forces tendineuses suggèrent que ce nouveau modèle permet des simulations réalistes de la biomécanique digitale. De manière surprenante, les résultats montrent que les pressions aux articulations IPD et IPP sont fortes, équivalentes à celles de l'articulation MCP. Ce résultat contre-intuitif, puisque les chargements articulaires tendent classiquement à augmenter dans le sens disto-proximal, confirme que l'arthrose observée à ces articulations pourrait en partie avoir une origine mécanique.

Les développements cette méthode hybride permettront de simuler la main entière et d'autres tâches de la vie quotidienne. Une meilleure compréhension des déterminants mécaniques et des conséquences des pathologies articulaires ainsi que l'amélioration de la planification opératoire et du matériel chirurgical seront alors possibles.

## **Déclaration de liens d'intérêts**

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.