

Cartographie mécanique de l'artère carotide commune chez les individus sains âgés de 2 à 40 ans

Roch Listz Maurice PhD, est docteur en génie biomédical et consultant expert pour le Groupe Biomédical Montérégie (affilié au CISSSMC). En parallèle de ses missions clinico-techniques, il mène des travaux de recherche en biomécanique vasculaire en tant que chercheur associé au Centre de recherche Charles-Le Moyne (CISSSMC). Cet article s'inscrit dans sa démarche d'une vision novatrice de la médecine : prédictive, préventive et personnalisée, en proposant des outils mécaniques pour anticiper les pathologies vasculaires avant leur manifestation clinique.

RÉSUMÉ

Contexte

En 2022, l'Organisation mondiale de l'AVC (OMS) a rapporté 12,2 millions de nouveaux cas d'AVC annuels, toutes populations confondues, entraînant 6,5 millions de décès par an. Parmi ceux-ci :

- L'AVC ischémique (62 % des cas, soit 7,6 millions) est responsable de 3,3 millions de morts (51 % des décès liés à l'AVC).
- L'athérosclérose des grosses artères en est la principale cause.

Cette étude établit les propriétés mécaniques de la carotide commune, dont les altérations précoces prédisent le risque athérosclérotique et ouvrent des perspectives de prévention ciblée.

Objectif

L'artère carotide commune (ACC), principal conduit d'irrigation cérébrale, joue un rôle clé dans la survenue des AVC ischémiques d'origine athéroscléreuse. En caractérisant les propriétés mécaniques de l'ACC saine selon l'âge, cette étude identifie des signatures prédictives de risque athérosclérotique, avec des applications potentielles en dépistage précoce et médecine personnalisée.

Méthodologie

Population étudiée

L'étude a inclus 202 participants sains (95 femmes, âge : 2,23–39,46 ans ; 107 hommes, âge : 2,85–40 ans), recrutés comme témoins (TS) sans antécédents cardiovasculaires ou facteurs de risque connus.

Acquisition des données

Les boucles ciné en mode B de l'artère carotide commune (ACC) ont été acquises en temps réel à l'aide d'échographes cliniques conventionnels. Les images ont été enregistrées numériquement pour analyse ultérieure.

Analyse mécanique

La rigidité artérielle a été quantifiée à l'aide de l'algorithme ImBioMark, une solution propriétaire de biomécanique vasculaire permettant l'estimation rétrospective des modules d'élasticité pariétale. Cette approche innovante s'appuie sur un modèle computationnel multidisciplinaire qui intègre :

- Les principes de mécanique des solides déformables (physique)
- Des méthodes avancées de traitement du signal (ingénierie)
- La modélisation mathématique
- Les connaissances actuelles en physiopathologie vasculaire (médecine)

Cette synergie interdisciplinaire permet une caractérisation précise des propriétés mécaniques artérielles, tout en garantissant une parfaite adéquation avec la réalité physiologique.

Traitement statistique

Les analyses ont été réalisées sous Microsoft Excel (Microsoft® Excel® 2013 (15.0.5579.1001)), incluant des tests de corrélation et des analyses de régression.

Résultats

Variation des modules d'élasticité en fonction de l'âge

- Femmes (F) : Les modules d'élasticité de l'ACC ont suivi une évolution linéaire, passant de 41 ± 2 kPa (jeunes enfants) à 54 ± 17 kPa (adultes) ($R^2 = 0,887$).
- Hommes (H) : Une tendance similaire a été observée, avec des valeurs allant de 38 ± 5 kPa à 63 ± 22 kPa ($R^2 = 0,83$), reflétant une rigidité artérielle accrue avec l'âge.

Comparaison avec des populations pathologiques

À des fins d'illustration, les données de référence (TS) ont été confrontées à celles de :

1. Sujets atteints de la maladie de Kawasaki :
 - Module d'élasticité significativement plus élevé ($p = 0.0069$ (F) et $p = 0.0258$ (H)), suggérant une altération précoce de la compliance vasculaire.
2. Sujets nés prématurément :
 - De façon similaire, module d'élasticité significativement plus élevé ($p < 10^{-7}$ pour les deux genres (F et H)), potentiellement liée à des remodelages artériels postnataux.

Conclusion

Cette étude a établi des références mécaniques liées à l'âge pour l'artère carotide commune (ACC) chez des sujets sains (2–40 ans), révélant une augmentation progressive de la rigidité artérielle, particulièrement marquée chez les hommes.

Ces données prennent tout leur sens dans le contexte de l'athérosclérose précoce : en caractérisant les propriétés vasculaires avant l'apparition de lésions, elles offrent une fenêtre

d'intervention préventive. Une détection précoce des anomalies mécaniques pourrait ainsi permettre :

- Une stratification individualisée du risque cardiovasculaire,
- Des mesures préventives ciblées (suivi renforcé, modifications du mode de vie) dès l'enfance ou l'adolescence.

Cette approche s'inscrit dans la médecine prédictive et préventive de demain, où l'objectif n'est plus seulement de traiter, mais d'anticiper – évitant ainsi le recours à des stratégies curatives ou palliatives souvent moins efficaces.

FINANCEMENT ET DÉCLARATIONS

- Aucun financement.
- Aucun conflit d'intérêt ou clause de non-divulgateion.

Référence : Roch Listz Maurice, Nagib Dahdah. Mechanical Mapping of the Common Carotid Artery in Healthy Individuals Aged 2 to 40 Years. J Clin Med. 2024 Oct 18;13(20):6220. doi: 10.3390/jcm13206220.

<https://www.mdpi.com/2077-0383/13/20/6220>