

Contraintes biomécaniques lors du lancer : influence de la variation morphologique et implication dans l'évolution de l'épaule des hominines

Responsables de stage : Mathieu Domalain, Guillaume Daver, Alicia Blasi-Toccaceli

Laboratoires d'accueil : Institut CNRS PPRIME (équipe *Robotique, Biomécanique, Sport et Santé*) et Institut CNRS PalEvoPrim, Poitiers.

Ce stage de niveau M2 (4 à 6 mois) s'inscrit dans le cadre des projets HOMTECH et LocHoSIM.

<http://homtech.prd.fr/>

<http://palevoprim.labo.univ-poitiers.fr/2020/10/12/lochosim-2020-2023/>

Pour postuler :

Clôture du recrutement le 5/10/2021

Les candidatures sont examinées au fil de l'eau

Début du stage selon disponibilité mais nécessairement entre janvier et avril

Gratification selon législation en vigueur

Envoyer CV+lettre de motivation à mathieu.domalain@univ-poitiers.fr

Mots clés : biomécanique, analyse du mouvement, simulation musculosquelettique, lancer, anatomie fonctionnelle, évolution humaine

Problématique

Des travaux controversés portant sur l'épaule des premiers représentants du genre *Homo* suggèrent que ces derniers présenteraient des aptitudes au lancer haute-vitesse propres, ce qui leur auraient apportés une prédisposition à la pratique de la chasse à l'épuisement, et donc un avantage adaptatif comparativement aux hominines contemporains (ex. australopithèques). Dans ce contexte évolutionnaire, comprendre la biomécanique du lancer, à savoir identifier les déterminants anatomiques garantissant la performance de ce geste, est donc nécessaire à l'interprétation des variations morphologiques observées chez les hominines fossiles, en particulier celles concernant l'anatomie de leur épaule. Ainsi, la biomécanique du sport a montré que la torsion humérale basse des premiers humains entraîne un déplacement des limites d'amplitude en rotation axiale du bras (ce dernier étant alors mieux disposé à réaliser une rotation externe) ce qui concourrait également à un meilleur stockage d'énergie élastique (Roach et al., 2013) favorable à la performance du geste. Cette relation morpho-fonctionnelle a par exemple été clairement établie chez les lanceurs professionnels au baseball qui ont en moyenne une torsion inférieure dans leur bras de lancer par rapport à leur bras non dominant.

Le sujet de ce stage s'inscrit dans la continuité de ces travaux et de ceux initiés par notre équipe plus récemment et qui portent sur les fonctions et l'évolution de l'épaule des hominines fossiles (Macchi et al., Blasi-Toccaceli et al., 2021). Il s'agira d'analyser les sollicitations biomécaniques associées au geste de lancer et leur sensibilité aux variations morphologiques actuellement identifiées sur les vestiges d'épaules pour l'essentiel attribués à des australopithèques (au sens large) et à des humains.

Objectifs et organisation des tâches :

Recruter un échantillon d'une quinzaine de sujets parmi les étudiants STAPS et/ou club d'athlétisme de Poitiers.

Réaliser l'acquisition de mouvements et de signaux EMG lors de lancer (essentiellement javelot).

Réaliser le traitement et analyse des données expérimentales via Matlab/Python + Opensim.

Simuler et analyser l'impact de variations morphologiques sur les variables d'intérêt (forces musculaires, moments articulaires).

Nb. Dans l'accomplissement de ces tâches, notamment la simulation musculosquelettique, le stagiaire bénéficiera des développements antérieurs de l'équipe.

Compétences attendues : la maîtrise (ou la capacité à acquérir très rapidement) des connaissances/compétences dans les domaines suivants est nécessaire :

- (+++)
(++) Capture de mouvement (système Qualisys) et analyse cinématique 3D
- (++) Acquisition et analyse de signaux EMG (Noraxon Ultium)
- (++) Modélisation et simulation musculosquelettique au moyen du logiciel Opensim (ou autre)
- (++) Programmation informatique (Matlab et/ou Python)
- (++) Analyse de données et biostatistiques
- (+)
(++) Anatomie humaine fonctionnelle
- (++) Anglais écrit (contribution importante dans la rédaction d'un article scientifique en fin de stage attendue)

Bibliographie:

Berthaume, M. A., & Kramer, P. A. (2021). Anthroengineering : An independent interdisciplinary field. *Interface Focus*, 11(5), 20200056.

Blasi-Toccaceli, A., Daver, G., Brenet, M., Prat, S., Hugueville, L., Harmand, S., Lewis, J., et Domalain, M., (2021). Analyse de sensibilité à des changements morphologiques du complexe de l'épaule : application aux gestes de percussion au cours de débitage oldowayen. *Bulletins et mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 33, S1.

Domalain, M., Bertin, A., & Daver, G. (2017). Was Australopithecus afarensis able to make the Lomekwian stone tools? Towards a realistic biomechanical simulation of hand force capability in fossil hominins and new insights on the role of the fifth digit. *Palevol*, 16(5-6), 572-584.

Halsey, L. G., Coward, S. R. L., Crompton, R. H., & Thorpe, S. K. S. (2017). Practice makes perfect : Performance optimisation in 'arboreal' parkour athletes illuminates the evolutionary ecology of great ape anatomy. *Journal of Human Evolution*, 103, 45-52.

Hillen, R. J., Bolsterlee, B., & Veeger, D. H. E. J. (2016). The biomechanical effect of clavicular shortening on shoulder muscle function, a simulation study. *Clinical Biomechanics*, 37, 141-146.

Macchi, R., Daver, G., Brenet, M., Prat, S., Hugheville, L., Harmand, S., Lewis, J., & Domalain, M. (2021). Biomechanical demands of percussive techniques in the context of early stone toolmaking. *Journal of The Royal Society Interface*, 18(178), 20201044.

Roach, N. T., Venkadesan, M., Rainbow, M. J., & Lieberman, D. E. (2013). Elastic energy storage in the shoulder and the evolution of high-speed throwing in Homo. *Nature*, 498(7455), 483-486.