

Optimisation des échanges vibratoires lors de la pratique de l'athlétisme en fauteuil

Contexte : Dans le domaine de la haute performance, le choix d'un matériel adapté est fondamental car il intervient dans la qualité du geste sportif, mais aussi dans la prévention des risques de blessures. Le matériel transmet à l'athlète des vibrations responsables du confort ressenti, mais aussi de potentielles pathologies spécifiques de l'appareil locomoteur [1] et/ou du système vasculaire [2]. Développer une procédure de conception et/ou de réglage d'un matériel aux propriétés vibratoires idéales est donc primordial.

Objectifs : Lors d'une enquête réalisée en novembre 2018 par la Fédération Française Handisport (FFH) auprès de 81 sportifs et entraîneurs de haut niveau, 45 % des sondés estimaient que le fauteuil représentait plus de 50 % de la performance sportive. L'optimisation de l'ergonomie du couple fauteuil/athlète est ainsi un enjeu crucial pour la préparation des athlètes paralympiques. De plus, dans un contexte où la pratique sportive relève de la participation sociale et de la santé en générale, il est fondamental de minimiser les risques de pathologies encourues par l'athlète. Or, il a été montré que les doses vibratoires transmises par un fauteuil roulant en situation courante sont supérieures aux doses recommandées par la norme ISO-2631-1 pour les conducteurs de véhicules [3-5], augmentant ainsi les risques de fatigue et de pathologies pour l'utilisateur. Minimiser les niveaux vibratoires transmis à l'utilisateur pourrait ainsi être un objectif dans la conception et le réglage des fauteuils. Néanmoins, les vibrations sont directement liées au confort perçu et transmettent des informations à l'athlète sur sa performance. Au regard de la haute performance, un compromis doit donc être trouvé quant au niveau optimal de transmission vibratoire entre le matériel et l'athlète. En complément des travaux de modélisation mécanique et musculo-squelettique du couple fauteuil/athlète déjà réalisés à l'IBHGC [6, 7], ce projet se propose de développer une nouvelle approche afin d'optimiser les transferts vibratoires entre le fauteuil et l'athlète lors de la pratique de l'athlétisme. Ces résultats obtenus dans le contexte de la haute performance, seront transférables à terme à l'utilisation des fauteuils roulants en situation courante.

Méthodes : Le premier volet de la thèse sera expérimental, visant à caractériser les liens entre les propriétés de matériaux, la géométrie du fauteuil, la posture de l'athlète, et la propagation des vibrations dans le corps. Des mesures accélérométriques seront effectuées sur l'athlète pour différentes postures et excitations vibratoires. Ce travail s'effectuera tout d'abord en laboratoire afin de contrôler les vibrations du fauteuil, puis en situation de pratique sportive. Cette étape identifiera les doses vibratoires admissibles afin de minimiser les risques de fatigue et de pathologies tout en optimisant le confort perçu. Le second volet contribuera au développement d'un modèle d'optimisation des réglages du fauteuil et de la posture de l'athlète afin d'optimiser la transmission des vibrations au regard de la performance sportive. Ce modèle complètera l'outil numérique d'optimisation des réglages des fauteuils en développement à l'IBHGC en collaboration avec la FFH et le Centre d'Etudes et de Recherche sur l'Appareillage des Handicapés (CERAH).

[1] Zadpoor, A.A., & Nikooyan, A.A. (2011). The relationship between lower-extremity stress fractures and the ground reaction force: a systematic review. *Clinical Biomechanics* (Bristol, Avon), 26(1), 23-28.

[2] Chetter, I.C., Kent, P.J., & Kester, R.C. (1998). The Hand Arm Vibration Syndrome: A Review. *Cardio-vascular Surgery*, 6 (1), 1—9.

[3] VanSickle, D.P., Cooper, R.A., Boninger, M.L., & DiGiovine, C.P. (2001). Analysis of vibrations induced during wheelchair propulsion. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 38(4) 409-421.

[4] Wolf, E.J., Cooper, R.A., Pearlman, J., et al. (2007). Longitudinal assessment of vibrations during manual and power wheelchair driving over select sidewalk surfaces. *J Rehabil Res Dev*, 44 573-580.

[5] Garcia-Mendez, Y., Pearlman, J.L., Boninger, M.L., Cooper, R.A. (2013). Health risks of vibration exposure to wheelchair users in the community. *J Spinal Cord Med*, 36 365-375.

[6] Puchaud, P., Hybois, S., Lombart, A., Bascou, J., Pillet, H., Fodé, P., & Sauret, C. (Accepté). On the influence of the shoulder kinematic chain on joint kinematics and musculotendon lengths during wheelchair propulsion estimated from multibody kinematics optimization. *J. Biomech Eng*.

[7] Hybois, S., Puchaud, P., Bourgain, M., Lombart, A., Bascou, J., Lavaste, F., Fodé, P., Pillet, H., & Sauret, C. (En révision). Comparison of shoulder kinematic chain models and their influence on kinematics and kinetics in the study of manual wheelchair propulsion. *Med Eng Phys*.

Laboratoire : Institut de Biomécanique Humaine Georges Charpak (IBHGC) – Université Paris 13

Encadrement : Patricia Thoreux (HDR, PUPH UP 13, patricia.thoreux@aphp.fr) ; Delphine Chadeaux (MCF UP 13) ; Christophe Sauret (MCF ENSAM).

Partenaires : Marco Tarabini (Assistant Prof - Politecnico di Milano) ; FFH ; CERAH.