
Utilisation d'une centrale inertielle pour analyser les phases du saut de cheval en gymnastique en vue d'identifier les facteurs clés de performance et la variabilité individuelle des gymnastes

Mattéo Logéat¹, Tom Lecocq¹, Baptiste Toussaint-Malard², Nicolas Tordi^{3,4}, and Arnaud Gouelle*¹

¹URCA PSMS, UFR STAPS Reims – Université de Reims Champagne Ardenne (URCA) – France

²Université de Poitiers, CeRCA, Institut PPRIME – Université de Poitiers – France

³Fédération Française de Gymnastique – Fédération Française de Gymnastique – France

⁴Université Marie et Louis Pasteur, EFS, INSERM UMR1098 RIGHT – Université de Besançon – France

Résumé

Introduction

Le saut de cheval en gymnastique artistique masculine et féminine nécessite une maîtrise précise des différentes phases (prise d'élan, impulsion sur le tremplin, premier envol, impulsion sur la table, deuxième envol, réception). Identifier précisément ces phases avec une centrale inertielle (IMU), combinant accéléromètre et gyroscope, permet d'analyser les variations intra-individuelles associées à la performance d'un/une même gymnaste (Berlemont et Lefebvre, 2013 ; Schärer et al., 2021 ; Campbell et al., 2022). L'analyse de la répétabilité des 7 phases clés d'un saut pourrait contribuer au suivi de la progression des gymnastes ainsi qu'à l'optimisation des performances.

Méthodes

Quatre gymnastes masculins (âge : 16 ± 3 ans ; taille : 170 ± 18 cm ; masse : 62 ± 11 kg) ont effectué dix répétitions d'un saut spécifique (lune, Tsukahara, ou Yurchenko) qu'ils maîtrisent. Une centrale inertielle BlueTrident (IMeasureU ; $\pm 200g - 1125$ Hz, $\pm 2000^\circ/s - 225$ Hz) a été placée au niveau du sternum pour enregistrer les accélérations linéaires et les vitesses angulaires des gymnastes. Les données ont été filtrées et traitées sous MATLAB afin de réaliser une segmentation automatique des phases décrites dans la littérature. La reproductibilité des sauts d'un même gymnaste a ensuite été évaluée au travers de la durée des phases et des profils d'accélérations et de rotations, une fois tous ses sauts synchronisés à l'aide de l'impulsion sur le tremplin.

Résultats

Les signaux capturés ont permis une reconnaissance des différents sauts présentés ainsi que leur segmentation en phases. Une excellente reproductibilité pour un même gymnaste a été observée entre les sauts considérés comme réussis, notamment lors du 1er envol et du 2ème envol. Une variabilité plus importante a été observée concernant les vitesses d'approche, les

*Intervenant

accélérations verticales sur le tremplin et lors des réceptions (potentiellement imputable aux réceptions en fosse). La répétabilité des sauts semble dépendante du type de saut et/ou du gymnaste qui le réalise.

Discussion

Ces résultats exploratoires confirment le potentiel des centrales inertielles pour reconnaître les sauts réalisés et les segmenter automatiquement en phases clés. En libellant les différents sauts à l'aide d'étiquette réussis/ratés, il serait possible de constituer un signal de référence, qui permettrait de classifier automatiquement les sauts à l'aide d'un score de similitude. Les variations intra-individuelles lors d'un saut pourraient constituer en outre un indicateur important au cours de l'apprentissage et du perfectionnement d'un saut.

Références

Campbell, R. A., Bradshaw, E. J., Ball, N., Hunter, A., & Spratford, W. (2022). The use of inertial measurement units to quantify forearm loading and symmetry during gymnastics vault training sessions. *Sports Biomechanics*, 21(7), 1021–1033.

Berlemont, S., & Lefebvre, G. (2013). Reconnaissance automatique des gestes sportifs par fusion de données accélérométriques et gyroscopiques. *Science & Sports*, 28(1), 15–25.

Schärer, C., Gross, M., Lorenzetti, S., & Hübner, K. (2021). Energy Transformation on Vault in Elite Artistic Gymnastics: Comparisons between Simple and Difficult Tsukahara and Yurchenko Vaults. *Applied Sciences*, 11(20), 9484.