
Identification de l'asymétrie des paramètres biomécaniques du cycle de pédalage au cours d'un test à état stable chez une population de para-cycliste élite

Bryan Le Toquin^{1,2}, Julien Schipman¹, Mélanie Baconnais³, Thierry Weissland⁴, Jean-François Toussaint⁵, and Didier Pradon^{*6}

¹IRMES – Institut national du sport, de l'expertise et de la performance, Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance – France

²Fédération Française Handisport – Fédération Française Handisport – France

³Institut de recherche biomédicale et d'épidémiologie du sport – Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance, Université Paris Cité – France

⁴UMR 5218 - IMS - Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système – Université de Bordeaux – 33405 Talence cedex, France

⁵Institut de Recherche bio-Médicale et d'Epidémiologie du Sport (IRMES) – INSEP – 11, avenue du Tremblay 75012 Paris, France

⁶Pôle Parasport - ISPC Synergies – Pôle Parasport CHU Raymond Poincaré APHP, ISPC Synergies – France

Résumé

Introduction

Dans un contexte d'optimisation de la performance en parasport, la compréhension de la singularité de la déficience sur les spécificités d'une discipline paralympique est essentielle. En effet une étude observe un effet différencié de la fatigue musculaire pour deux athlètes d'une même classification lié à la sévérité de leur hypertonie dans un exercice mimant les contraintes de la natation (Puce et al. 2022). Ce travail met en exergue la nécessité d'explorer les adaptations de l'athlète aux contraintes de sa discipline en fonction de sa ou ses déficiences. L'objectif de cette étude est de caractériser la modification des paramètres biomécaniques du cycle de pédalage lors d'un effort d'intensité progressive en état stable chez des para-cyclistes.

Méthode

Cette étude quantitative inclut 14 para-cyclistes membres de l'équipe de France répartis en trois groupes : déficience motrice latérale (hémiplégie ou malformation congénitale), déficience motrice bilatérale (paralysie des releveurs ou pieds bots), déficience visuelle, et athlètes valides (guide en tandem). Sur leur propre vélo, les participants ont réalisé un test par paliers de 4 minutes d'intensité progressive, entrecoupés d'une minute de récupération (Yogev et al., 2023), sur un ergocycle (Cyclus 2 ; MSE Medical, France). Le vélo a été équipé de pédales instrumentées (Assioma Favero Duo, Favero Electronics). Les valeurs moyennes

*Intervenant

et écart-types des paramètres biomécaniques suivant ont été calculés pour chaque palier : cadence, asymétrie de puissance mécanique et pour chaque côté, dominant et non-dominant : puissance mécanique, arc de puissance, arc pic de puissance (> à 50% du cycle moyen). Les valeurs moyennes et écart-types des paramètres physiologiques enregistrés par un analyseur d'échange gazeux (K5, Cosmed) ont également calculé : VO₂ pic et pour chaque palier : VO₂ moyenne. Concernant l'analyse de ces paramètres, nous avons utilisé un modèle mixte linéaire afin de modéliser l'évolution de l'indice d'asymétrie de puissance en fonction de la VO₂ et du groupe de déficience (effets fixes avec interaction) en contrôlant par athlètes (effet aléatoire).

Résultats

Dans l'objectif de la haute performance, l'optimisation de chaque facteur est essentielle. Ces gains dits marginaux bien que de plus en plus appréhendés par les staffs techniques des équipes nationales imposent une compréhension de plus en plus fine de la singularité du handicap. Nos résultats mettent en avant d'une part le haut niveau de performance et ce quelque soit le handicap des para-cyclistes. En effet, on note une puissance mécanique et Vo₂ atteints lors du dernier palier de $332.92 \pm 12.67W - 69.71 \pm 8.81$ ml/min/kg pour le Gr Lat, $368.73 \pm 19.10W - 71.47 \pm 7.31$ ml/min/kg pour le BiLat, et $350.11 \pm 22.10W - 65.44 \pm 10.71$ ml/min/kg, $351.20 \pm 26.50W - 70.46 \pm 13.32$ ml/min/kg respectivement pour les DV et Guide. Concernant les paramètres biomécaniques, nous observons un effet significatif de l'augmentation de la VO₂ sur l'asymétrie de puissance qui dépend du groupe de déficience ($p > 0.001$). Sans surprise nous observons dès les premiers paliers une asymétrie équivalente aux cyclistes valides haut-niveau (grp Guide) pour les para-cyclistes DV et bilatérale. A contrario, nous notons une asymétrie importante pour le grp Lat mais qui se réduit à chaque palier. En effet, nous notons une asymétrie de la puissance mécanique de $26.82 \pm 18.81\%$ au premier palier et de $14.64 \pm 15.10\%$ au dernier palier.

Conclusion

Nos résultats mettent en avant d'un part un niveau de performance des para-cyclistes proche des cyclistes valides de haut-niveau, et d'autre part, des différences des paramètres biomécaniques du cycle de pédalage. Ces résultats impliquent des perspectives d'adaptation des dispositifs d'entraînement et du matériel pour optimiser la performance des para-cyclistes en fonction de leur profil spécifique.

Références

- Puce, L., Bragazzi, N. L., Currà, A., Marinelli, L., Mori, L., Cotellessa, F., Chamari, K., Ponzano, M., Samanipour, M. H., Nikolaidis, P. T., Biz, C., Ruggieri, P., & Trompetto, C. (2022). Not all Forms of Muscle Hypertonia Worsen With Fatigue: A Pilot Study in Para Swimmers. *Frontiers in Physiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.902663>
- Yogev, A., Arnold, J., Nelson, H., Clarke, D., Guenette, J., Sporer, B., & Koehle, M. (2023). Comparing the reliability of muscle oxygen saturation with common performance and physiological markers across cycling exercise intensity. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1143393>