

Santéathlé



LA REVUE MÉDICALE SANTÉ DE LA FÉDÉRATION FRANÇAISE D'ATHLÉTISME

Prévention
Traumatologie
Rééducation

Prévention
des blessures et des lésions
de l'appareil locomoteur
en athlétisme

Colloque
médico-technique
autour des épreuves
combinées

www.athle.com

RETROUVEZ TOUTES LES INFOS DE LA FÉDÉRATION FRANÇAISE D'ATHLÉTISME

n°3

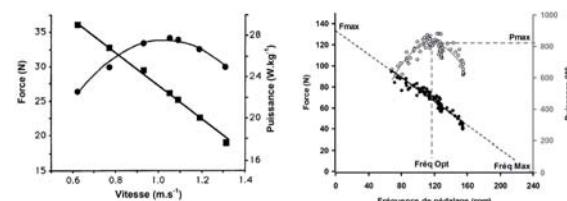
Intérêt des relations force-vitesse dans l'approche de l'entraînement

PIERRE SAMOZINO

Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA4338), Université de Saint-Etienne, Saint-Etienne, France. Adresse : Médecine du Sport – Myologie, CHU Bellevue, 42055 Saint-Etienne cedex 2. Mail : pierre.samozino@univ-st-etienne.fr // Tel. : +33 477 120 733.

Dans de nombreuses activités athlétiques et sportives, la performance dépend en partie ou entièrement de la capacité à accélérer un projectile (lancer) ou son propre corps (sprint, saut). D'après les principes Newtoniens, l'accélération de cette masse est directement liée à la force appliquée à celle-ci par les membres inférieurs et/ou supérieurs de l'athlète. La performance lors de mouvements explosifs est donc déterminée par la capacité à développer de la force.

Lors de l'extension des membres inférieurs chez l'Homme, cette capacité maximale à produire de la force diminue linéairement lorsque la vitesse d'extension augmente. Cette relation inverse entre la force et la vitesse, émanant des propriétés mécaniques intrinsèques des muscles, a été montrée sur des mouvements cycliques¹ (pédalement, à droite sur la figure) ou acycliques² (saut, presse horizontale, squat, à gauche sur la figure). Par ailleurs, la puissance mécanique que les membres inférieurs peuvent développer lors d'une extension évolue de manière parabolique avec la vitesse/fréquence d'extension. La puissance maximale (P_{max}) est donc produite dans des conditions de vitesse/fréquence optimales ($V_{opt}/Fréq_{Opt}$). A partir des relations force-vitesse, il est possible d'extrapoler la force théorique maximale que les membres inférieurs peuvent développer à vitesse nulle (F_{max}) et la vitesse/fréquence théorique maximale à laquelle ils peuvent s'étendre sans produire de force ($V_{max}/Fréq_{Max}$). Ces deux paramètres caractérisent les capacités de force et de vitesse d'un athlète. La combinaison de ces deux paramètres, illustrée par la pente de la relation force-vitesse, représente le profil musculaire force-vitesse de l'athlète : une pente élevée correspond à un profil plutôt "force", une pente faible à un profil davantage "vitesse". Des travaux récents³, basés sur des approches théoriques et expérimentales, ont mis en avant l'existence d'un profil force-vitesse optimal, c'est-à-dire un juste équilibre entre les capacités de force et de vitesse permettant de maximiser la performance lors de poussées explosives (sauts maximaux, départ en sprint). Ce profil optimal varierait en fonction de la masse mobilisée (projectile ou athlète) et de l'angle du mouvement (poussées verticales ou inclinées).



Relations force-vitesse linéaires et puissance-vitesse paraboliques caractérisant les capacités maximales musculaires des membres inférieurs lors de mouvements de squat (à gauche) et de pédalement (à droite). Chaque point représente une extension des membres inférieurs.

APPLICATIONS PRATIQUES

Ces relations force-vitesse et puissance-vitesse, permettant de caractériser les capacités maximales de force, de vitesse et de puissance d'un athlète, sont donc intéressantes à intégrer dans l'évaluation des qualités musculaires. Elles permettent de suivre et/ou orienter l'entraînement/réentraînement d'un athlète en fonction des variations de F_{max} et de V_{max} (ou $Fréq_{Max}$) observées ou attendues : travailler les qualités de force (e.g. avec des charges lourdes) impliquera une augmentation de F_{max} , alors que travailler les qualités de vitesse ou de fréquence (e.g. avec des charges légères) influencera $V_{max}/Fréq_{Max}$. L'utilisation du profil optimal comme jauge d'équilibre entre les capacités de force et de vitesse constituerait un atout dans la programmation des charges d'entraînement. De plus, une méthode simple d'évaluation utilisant des sauts verticaux chargés permet depuis peu de déterminer ces relations force-vitesse dans des conditions de terrain⁴.

Références

1. Arsac LM, Belli A, Lacour JR. Muscle function during brief maximal exercise: accurate measurements on a friction-loaded cycle ergometer. *Eur J Appl Physiol*. 1996;74:100-106.
2. Bosco C, Belli A, Astrua M, Tihanyi J, Pozzo R, Kellis S, Tsarpela O, Foti C, Manno R, Tranquilli C. A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1995;70:379-386.
3. Samozino P, Morin JB, Hintzy F, Belli A. Jumping ability: a theoretical integrative approach. *J Theor Biol*. 2010;264:11-18.
4. Samozino P, Morin JB, Hintzy F, Belli A. A simple method for measuring force, velocity and power output during squat jump. *J Biomech*. 2008;41:2940-2945.

Mesure directe de la puissance lors du sprint en course à pied

JEAN-BENOÎT MORIN

Laboratoire de Physiologie de l'Exercice (EA4338), Université de Saint-Etienne, Saint-Etienne, France. Adresse : Médecine du Sport – Myologie, CHU Bellevue, 42055 Saint-Etienne cedex 2.

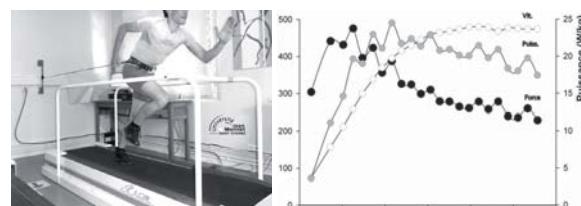
Mail : jean.benoit.morin@univ-st-etienne.fr - Tél. +33 477 120 734.

Mesurer la production de force, de vitesse et donc de puissance chez des athlètes lors de sprints (mouvements cycliques) requiert habituellement des ergomètres dont la bicyclette constitue le standard. L'utilisation de tapis roulants a été proposée dans la fin des années 1980, la puissance étant alors mesurée comme le produit de la vitesse de déroulement de la bande du tapis par une force horizontale mesurée par une jauge de contrainte située le long de l'attache liant le sujet à un point fixe situé derrière lui. Les deux principales limites de cette méthode sont que 1) force et vitesse ne sont pas mesurées au même point, et 2) la puissance "maximale" est calculée comme une moyenne sur des durées fixes et relativement longues (0,5 à 2,5 s), ce qui influence les valeurs de puissance maximales obtenues.

Dans cette étude un tapis roulant permettant la mesure des forces au sol en trois dimensions a été modifié pour permettre la réalisation de sprints : contrairement au fonctionnement classique dans lequel le moteur du tapis permet le maintien d'une vitesse constante, ici le moteur est réglé en "couple constant", ce qui permet aux sprinters (attachés au bassin par l'arrière) d'accélérer le tapis directement par leur production de force propulsive (horizontale), et de produire un effort très proche de celui de terrain, notamment dans l'allure de la re-



lation vitesse de course / temps. Par ailleurs, force et vitesse sont mesurées au même point : le contact entre pied et sol, et les fréquences d'échantillonnage élevées (1000 Hz) permettent de moyenner les valeurs de force, vitesse et puissance sur une période très courte et qui fait sens d'un point de vue biomécanique : la phase de contact du pied au sol.



Ainsi nous pouvons non seulement mesurer la puissance produite lors du sprint en course à pied pour un geste très proche de la réalité de terrain athlétique, mais également dresser les relations force-vitesse lors de cette activité, et envisager l'étude de la performance en sprint avec un niveau de réalisme laboratoire-terrain à notre connaissance jamais atteint.

APPLICATIONS PRATIQUES

La principale application pratique réside dans la possibilité d'évaluer de façon précise la puissance produite par des sprinters dans leur geste spécifique de course, et lors d'un seul sprint. Ce type de mesure peut intervenir par exemple en évaluation initiale, en suivi de la performance et de l'entraînement, ou en suivi du retour à la compétition. Enfin, des développements tels que la mesure d'un indice d'efficacité de l'application de force au sol et l'étude de simulations de sprints (100m à 400m) permettront d'envisager une meilleure connaissance des déterminants biomécaniques et physiologiques de la performance en sprint.

Références

- Lakomy H. The use of a non-motorized treadmill for analysing sprint performance. *Ergonomics*. 1987;30(4):627-637.
- Lakomy H. Measurement of work and power output using friction-loaded cycle ergometers. *Ergonomics*. 1986;29(4):509-517.
- Martin JC, Wagner BM, Coyle EF. Inertial-load method determines maximal cycling power in a single exercise bout. *Med Sci Sports Exerc*. 1997;29(11):1505-1512.

