

Comment évaluer la puissance musculaire par l'analyse vidéo ? (Partie II)

Introduction

Dans une première partie intitulée « Entraînement du jeune rameur : le retour du saut vertical », nous avons démontré l'intérêt d'utiliser le saut vertical dans l'évaluation des qualités musculaires des membres inférieurs.

Une méthode originale a été proposée par Pierre SAMOZINO, jeune chercheur à l'Université de Savoie, pour apprécier précisément la force, la vitesse et la puissance musculaire produit au cours d'un saut vertical. Si cette méthode est simple dans sa mise en œuvre, elle nécessite néanmoins d'obtenir la hauteur de saut pour déterminer les caractéristiques musculaires souhaitées.

L'utilisation de l'Optojump permet de mesurer très précisément (fréquence d'acquisition de 1000 Hz) cette hauteur de saut à partir de la mesure du temps d'envol. Malheureusement, le coût élevé de cet outil (2600 €) limite grandement son utilisation dans les clubs d'aviron. Il était donc important de trouver une alternative technique pour obtenir les informations nécessaires à l'utilisation de la méthode proposée par Pierre SAMOZINO et ses collègues.

La majorité des entraîneurs de club utilise une caméra vidéo pour travailler les aspects techniques en bateau. Si les fréquences d'acquisition des nouvelles caméras vidéo peuvent atteindre 100 Hz (100 images par seconde), la grande majorité oscille entre 25 et 50 Hz.

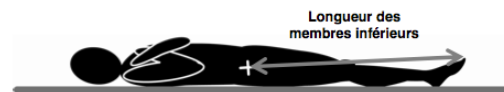
L'objectif de cet article est de vérifier si l'utilisation d'une caméra vidéo présentant une fréquence d'acquisition de 25 Hz (c'est-à-dire 40 fois inférieure à celle de l'Optojump) permet d'obtenir des valeurs de force, de vitesse et de puissance comparables à celles obtenues avec l'Optojump lors d'un saut vertical. Pour ce faire, nous avons utilisé les mesures des quinze rameurs cadets utilisées dans le précédent article intitulé « Entraînement du jeune rameur : le retour du saut vertical ».

Quelques mesures anthropométriques

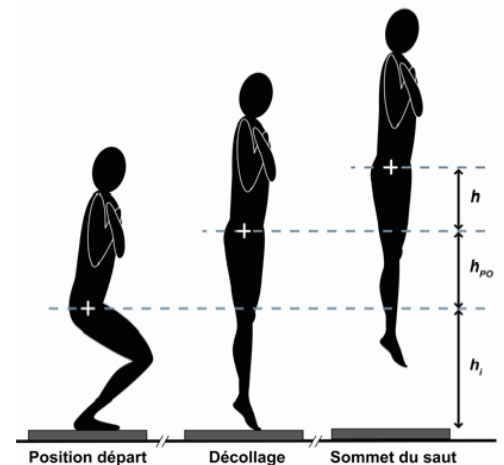
La méthode de calcul proposée pour obtenir les caractéristiques musculaires souhaitées nécessite trois mesures anthropométriques :

- la masse corporelle (en kg),
- la longueur des membres inférieurs (h_{mi} en cm),
- la distance entre la crête iliaque et le sol en position de départ (h_i en cm).

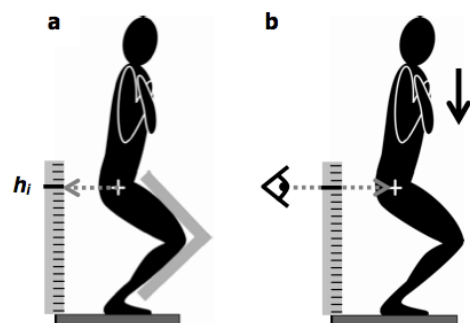
Pour des raisons pratiques, il est conseillé de mesurer la longueur des membres inférieurs en position couchée en considérant la distance entre la crête iliaque et la pointe de pieds (pieds en hyperextension).



La différence entre la longueur des membres inférieurs (h_{mi}) et la distance de la crête iliaque au sol en position de départ (h_i) permet de déterminer la distance de poussée des membres inférieurs avant le décollage (h_{po} en m).



Comme le montre le schéma ci-dessus, la valeur de h_i correspond à la position de flexion en squat. Mesurée une seule fois à l'aide d'un simple mètre, cette valeur permet de standardiser la position de départ lors de chaque saut vertical à l'aide d'un repère visuel.



Positionnement de la caméra vidéo

Il est important de rappeler que l'utilisation de la caméra vidéo a comme unique objectif d'apprécier le temps d'envol lors du saut vertical. Ce temps d'envol est estimé en considérant :

- la fréquence d'acquisition (25 Hz),
- le nombre d'images qui sépare le décollage de la réception du rameur sur le sol.

$$\text{Temps d'envol} = \frac{\text{nombre d'images}}{\text{fréquence d'acquisition}}$$

La fonction « avancer image par image » de la caméra vidéo est utilisée pour apprécier précisément le nombre d'images correspondant au temps d'envol.

Afin d'obtenir des images pleinement exploitables, il est important de placer judicieusement la caméra vidéo face à la zone de saut.



Place aux calculs !

Lorsque le temps d'envol (t en s) est obtenu, la hauteur d'envol (h en m) peut-être déterminée en utilisant une des lois de la cinématique :

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

g correspondant à la gravité (9,81 m·s⁻²).

À partir de l'obtention de la hauteur d'envol (h), il est dorénavant possible d'utiliser les équations mathématiques développées par Pierre SAMOZINO pour calculer les caractéristiques musculaires de force (F en N), de vitesse (V en m·s⁻¹) et de puissance (P en W) :

$$F = m \cdot g \cdot \left(\frac{h}{h_{PO}} + 1 \right)$$

$$V = \sqrt{g \cdot h/2}$$

$$P = m \cdot g \cdot \left(\frac{h}{h_{PO}} + 1 \right) \cdot \sqrt{g \cdot h/2}$$

Un tableur est à votre disposition avec cet article pour obtenir simplement les valeurs de force, de vitesse et de puissances musculaires en précisant simplement les éléments suivants :

- la masse corporelle (m en kg),
- la distance entre la crête iliaque et le sol en position de départ (h_i en cm),

- la longueur des membres inférieurs (h_{mi} en cm),
- la fréquence d'acquisition de la caméra vidéo (en Hz),
- le nombre d'images obtenues pendant la phase d'envol.

Cette méthode est-elle valide ?

La figure 1 compare les puissances musculaires obtenues par les méthodes de la vidéo et de l'Optojump.

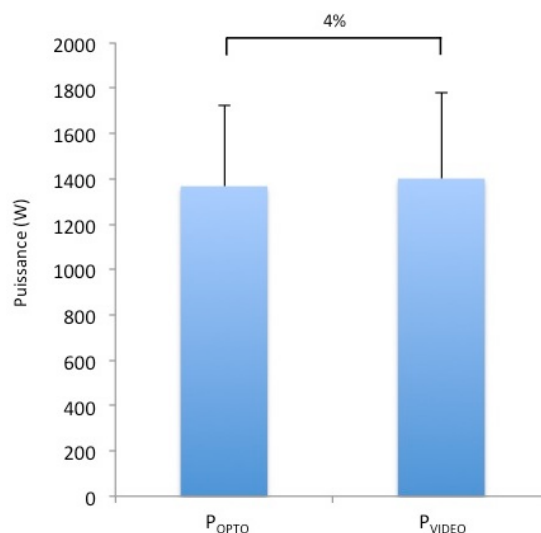


Figure 1 - Comparaison des puissances des membres inférieurs obtenues lors du saut vertical avec les méthodes de l'Optojump (P_{OPTO}) et de la vidéo (P_{VIDEO}).

Les valeurs de puissance estimées à partir de la méthode de la vidéo sont tout à fait comparables à celles obtenues à partir de méthode de l'Optojump. Une différence de seulement 4% est observée entre les deux méthodes ; cette différence correspond à la fréquence d'acquisition de la caméra vidéo utilisée qui est 40 fois inférieure à celle de l'Optojump (25 Hz vs 1000 Hz).

Il est tout à fait envisageable d'augmenter un peu plus la précision de la mesure de puissance en utilisant une caméra vidéo présentant une fréquence d'acquisition plus élevée (par exemple 50 ou 100 Hz). Mais cela impacterait automatiquement la durée du traitement en augmentant le nombre d'images à analyser :

- de 13 à 26 images (multiplié par 2) pour une augmentation de la fréquence d'acquisition de 25 à 50 Hz,
- de 13 à 52 images (multiplié par 4) pour une augmentation de la fréquence d'acquisition de 25 à 100 Hz.

Au regard du gain de précision envisageable (environ 4%), on peut légitimement s'interroger sur la nécessité d'augmenter la fréquence d'acquisition et le temps de traitement qui lui est associé ; la précision obtenue à l'aide d'une caméra vidéo présentant une fréquence d'acquisition de 25 Hz apparaît donc satisfaisante.

Conclusion et perspectives

Cette étude réalisée sur une population de quinze rameurs cadets montre qu'il est possible d'obtenir les caractéristiques musculaires de force, de vitesse et de puissance lors d'un saut vertical à l'aide d'une simple caméra vidéo.

Le tableur proposé avec cet article permet de s'affranchir des calculs nécessaires.

Cette méthode pourrait être utilisée deux à trois fois par an pour évaluer l'impact d'un programme de développement de la puissance des membres inférieurs. Dans ce cadre, il est important de parfaitement standardiser le protocole d'évaluation en respectant scrupuleusement les consignes de réalisation du saut vertical (voir la première partie intitulée « Entraînement du jeune rameur : le retour du saut vertical »).

Remerciements

Ce travail n'aurait pu être réalisé sans l'étroite collaboration de Vincent GAZAN (Pôle France de Nantes), Sébastien SOBCZACK (Ligue des Pays de la Loire), Vincent THOMAS et Erwan MADEC (Cercle Aviron de Nantes) et Marc GRASSI (Club de Léo Lagrange). Nous remercions également les rameurs de leur investissement dans cette étude.

Ce programme de recherche est réalisé dans le cadre du projet ANOPACy¹ et bénéficie d'un soutien financier du Ministère en charge des sports, de l'Institut National du Sport, de l'Expertise et de la Performance, de la Région des Pays de la Loire et de l'Union Européenne. L'Europe s'engage en Pays de La Loire avec le Fonds européen de développement régional. Le projet ANOPACy est labellisé par le pôle de compétitivité EMC2.

¹ ANOPACy : Analyse et Optimisation de la Performance en Aviron et en Cyclisme