

Biomécanique du lancer de disque: Etude des paramètres cinématiques et électromyographiques du bras lanceur

Daniel Dinu*, Françoise Natta**,
Pierre Portero*** & Henry Vandewalle****

Abstract

Le rôle des muscles de la ceinture scapulaire du bras lanceur a été étudié à travers une analyse des paramètres cinématiques (vidéo 3D) et électromyographiques (EMG de surface), au cours du lancer de disque. L'EMG a montré des patrons d'activation différenciés des groupes musculaires au cours des cinq phases du lancer. La confrontation des données cinématiques et EMG a permis l'interprétation des synergies des groupes musculaires étudiés au cours des phases du lancer (par ex. synergies latissimus dorsi et deltoïdeus pars medialis, pectoralis major et deltoïdeus pars anterior). Certains groupes musculaires ont une action essentiellement posturale, (maintien de la coaptation de l'articulation scapulo-huméral) alors que d'autres ont un rôle principalement moteur, intervenant dans l'accélération du disque en phase finale de double appui. Le bras ne peut être considéré comme une tige reliant passivement le disque au lanceur.

Introduction

Au lancer du disque, l'athlète doit réaliser, dans un cercle de 2,50 m de diamètre, un mouvement complexe associant simultanément un déplacement en translation et en rotation du système "athlète – disque". Le plus souvent, ce geste peut être décomposé en 5 phases (Lindsay, 1991; Stepanek & Susanka, 1986): la phase de départ en double appui (Δt_{1da}) où l'athlète est dos au sens du lancer, la phase de "pivot" en simple appui (Δt_{1sd}),

* Laboratoire de Biomécanique et Physiologie, (INSEP, Paris, France)

** Laboratoire Mouvement Action et Performance, (INSEP, Paris, France)

*** Université Paris XII, Paris, France

**** Département de la Formation, (INSEP, Paris, France)

la phase aérienne (*volte*, Δt), la phase finale en simple appui ($\Delta t_{2^{nd}}$), la phase finale en double appui ($\Delta t_{2^{nd}}$) qui est associée au mouvement d'antépulsion de l'épaule (Figure 1). Ce mouvement permet d'obtenir une vitesse d'éjection du disque très importante (Barlett, 1992). Nous présentons ici les résultats d'une étude concernant le rôle des muscles de la ceinture scapulaire du bras lanceur à travers une analyse des paramètres cinématiques et électromyographiques, au cours des différentes phases du lancer.

Matériel et méthodes

Sept lanceurs de haut niveau (23 ± 3 ans, 108 ± 19 kg, 190 ± 6 cm, performance : 57 ± 3 m), ont participé à l'étude. Au cours d'une même session, dans un stade couvert, ils ont exécuté dans un ordre aléatoire 12 jets successifs. Le lâcher s'effectue dans un filet de sécurité situé à 15 m devant le lanceur. Trois caméras numériques permettent de reconstruire le mouvement en 3 dimensions par la méthode de la DLT. L'activité électromyographique de surface (sEMG) était enregistrée (appareil "embarqué") sur 6 muscles de la ceinture scapulaire du côté bras lanceur : *BB*, *Biceps brachii*; *PM*, *Pectoralis major*; *DA*, *Deltoideus pars superior*; *TS*, *Trapezius pars superior medialis* *DM*, *Deltoideus pars medialis et LD*, *Latissimus dorsi*. Le signal sEMG a été intégré et normalisé par rapport à l'activité sEMG maximale recueillie préalablement au cours d'un test spécifique à chaque muscle étudié.

Résultats

L'examen des EMG montre trois périodes d'activation (Figure 1). La première période est située au début du geste et concerne le *TS* ($t = 0$ à $48,16 \pm 10,87$ % du temps total du mouvement), le *DM* ($t = 0$ à $t = 51,02 \pm 7,55$ %) et le *LD* ($t = 12,81 \pm 5,90$ % à $30,96 \pm 6,64$ %). Celle-ci est suivie par une seconde période située vers le milieu du geste et caractérisée par la seule activation du *LD* ($t = 46,14 \pm 8,76$ % à $65,54 \pm 9,64$ %). La troisième période est située à la fin du mouvement et concerne le *LD* ($t = 72,28 \pm 6,09$ % à $89,52 \pm 7,79$ %), le *BB* ($t = 76,22 \pm 7,52$ % à 100 %), le *DA* ($t = 86,27 \pm 5,58$ % à 100 %), le *PM* ($t = 81,85 \pm 5,59$ % à 100 %) et le *TS* ($t = 89,87 \pm 1,91$ % à 100 %). Au cours des deux dernières phases, *DM* est inactif. A la dernière phase du lancer, est observée une activité de *PM* suivie de celle de *DA*. L'activité de *BB* précède celle de *PM* et *DA* et est contemporaine d'une légère flexion du coude; la trajectoire du disque par rapport à l'épaule n'est pas circulaire mais ellipsoïde.

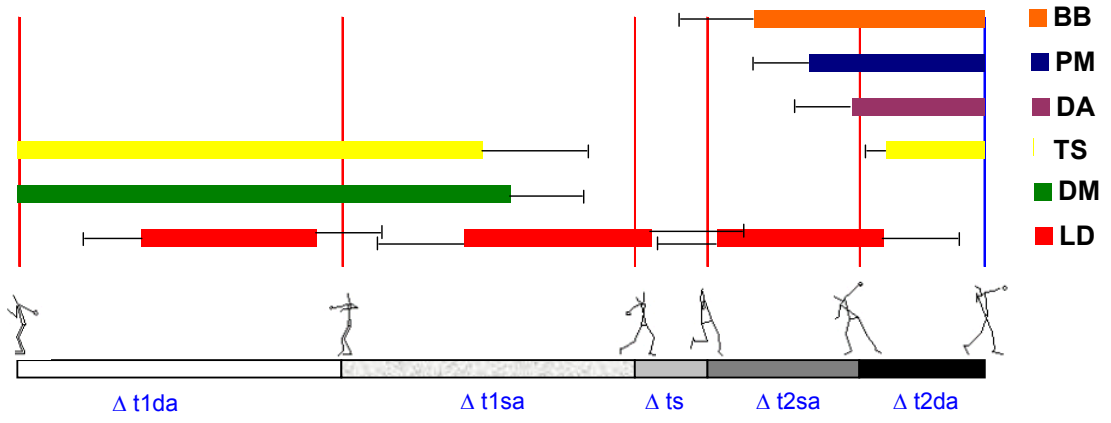


Fig. 1 Patron d'activation musculaire (moyennes et écart-types pour l'ensemble des essais) des muscles de la ceinture scapulaire. Les périodes d'activation sont exprimées en valeur relative (%) par rapport à l'ensemble de la durée des 5 phases spécifiques du lancer.

Pour évaluer à quel angle la force dite «centrifuge» permettrait d'élever le bras, nous avons traité le problème comme une masse m (bras + avant bras + disque) au bout d'une tige dont l'extrémité est fixée à un point correspondant à l'épaule, situé à une distance d'un axe tournant à la vitesse angulaire ω . La vitesse angulaire moyenne et la vitesse angulaire maximale au cours du mouvement chez le lanceur le plus rapide étaient respectivement de $\bar{\omega} = 8,80 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$; $\omega_{\text{max}} = 19 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$. À vitesse angulaire élevée, l'action de ces forces centrifuges était suffisante pour maintenir le bras à des niveaux importants d'abduction.

Discussion et conclusions

La confrontation des données EMG et des données cinématiques suggère que le rôle du *DM* dans les phases Δt_{1da} et Δt_{1sa} n'est pas de maintenir le bras en abduction mais d'assurer la coaptation scapulo-humérale en coopération avec *LD* qui maintient le bras en arrière et en adduction. En effet, sans l'action coordonnée de ces deux muscles, le membre supérieur devrait être en abduction sous l'effet de la force centrifuge exercée sur l'ensemble bras-disque compte tenu des vitesses angulaires atteintes. Par contre, le chef antérieur du deltoïde *DA* participe à la propulsion du

disque au cours de la phase finale en coopération avec *PM*. Le muscle *BB* participerait non seulement à la propulsion du disque à la fin du lancer mais aussi à son guidage sur une trajectoire ellipsoïde: le bras ne relie pas passivement le disque au lanceur, comme le ferait une simple tige, mais guide l'engin en accord avec la thèse du «bras actif» de Finanger (in Bartlett 1992).

Bibliographie

Bartlett, R.M. (1992). The biomechanics of the discus throw. *J Sports Sci* 10:467-510.

Lindsay, M. (1991). Biomechanical analysis of the discus. *In: Report on the 1990 Championship in Athletics, vol. 1*, (pp. 47-53): The throws (Ed), Bartlett, R.M.

Stepanek, J. & Susanka, P. (1986). Discus throw: Results of a biomechanics study. *New Studies in Athletics, 1*, (pp. 25-36).