

Etude préliminaire de la précision de la mesure de la reconstruction 3D de la phase d'impulsion en départ dos

R.H. Tran-Van, Jean Slawinski, Philippe Hellard, Jean-Lionel Rey, Stéphane Lecat, Nicolas Houel

▶ **To cite this version:**

R.H. Tran-Van, Jean Slawinski, Philippe Hellard, Jean-Lionel Rey, Stéphane Lecat, et al.. Etude préliminaire de la précision de la mesure de la reconstruction 3D de la phase d'impulsion en départ dos. 4èmes Journées Internationales des Sciences du Sport, Institut National du Sport et de l'Education Physique (INSEP), Nov 2006, Paris, France. pp.133-134. hal-02166391

HAL Id: hal-02166391
https://insep.hal.science//hal-02166391

Submitted on 26 Jun 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ETUDE PRELIMINAIRE DE LA PRECISION DE LA MESURE DE LA RECONSTRUCTION 3D DE LA PHASE D'IMPULSION EN DEPART DOS

Tran Van R.H.[1,2], Slawinski J.[1], Hellard P.[2], Rey J.L.[2], Lecat S.[2], Houel N.[2]
[1]Laboratoire de Biomécanique et de Physiologie, INSEP, Paris (France)
[2]Département Recherche FFN, Pole Natation INSEP, Paris (France)

Introduction

Une épreuve en natation course se décompose en trois phases : le départ, le(s) virage(s) et la nage. L'analyse de la distribution temporelle de ces phases montre que le départ représente 7,78 % de la performance du nageur sur 100 m (Alves, 1993). Lors des Jeux Olympiques d'Athènes (2004), seulement 0,3 s séparait les nageurs médaillés à la fin du 100 m dos, alors qu'après 15 m de course, la différence entre ces nageurs était de 0,44 s. Les travaux menés sur les départs plongeons (du plot) ont permis d'identifier des paramètres de performance tels que la vitesse du centre de masse du nageur (CM) et l'angle entre ce vecteur vitesse et l'axe horizontal (α) à la fin de la phase d'impulsion (Vilas-Boas & Fernandes, 2003). A notre connaissance, aucune analyse de ces paramètres n'a été effectuée pour le départ dos. La présente étude a pour but d'évaluer, à la fin de l'impulsion du départ dos, la précision de la mesure de la vitesse du CM et de l'angle α obtenue à l'aide d'une reconstruction 3D. Ce travail sera réalisé à travers la comparaison de deux stratégies de départ chez un nageur de haut niveau.

Méthode

Un nageur spécialiste du dos de niveau international a réalisé deux départs dos (jusqu'à 20m). Ce nageur avait pour consigne d'effectuer chaque départ le plus rapidement possible. Le premier départ utilise une stratégie avec une position de départ bras fléchis. Le second départ est réalisé avec une position bras tendus. Les phases d'impulsion sont enregistrées à l'aide de deux caméras Photron fastcam PCI. La fréquence d'acquisition est de 125 Hz. Dans chaque plan image, 17 points anatomiques ont été identifiés manuellement (pieds, chevilles, genoux, hanches, épaules, coudes, poignets, mains, tête). La méthode DLT (Direct Linear Transformation) est utilisée pour déterminer les coordonnées 3D des points anatomiques (Abdel Aziz et al, 1971). Le CM est calculé à partir des coordonnées 3D de ces points et du modèle anthropométrique de Dempster et al. (1959). Les vitesses du CM sur l'axe horizontal (Vx) et vertical (Vz) à l'instant où le nageur quitte le mur sont déduites par dérivation de la trajectoire du CM. La variation de la longueur des segments indéformables (jambes, cuisses, bras, avant bras) permet d'identifier la précision de la reconstruction 3D du nageur. La trajectoire du CM est lissée par une méthode polynomiale (Tavernier et al, 1996). A partir du principe fondamental de la dynamique appliqué au nageur et en considérant les forces hydrodynamiques appliquées au niveau du membre inférieur (pieds et jambes) et aérodynamiques appliquées sur le reste du corps du sujet négligeables, la fin de la phase d'impulsion est définie à l'instant où l'accélération horizontale du CM est nulle. L'angle α à l'instant où les pieds quittent le mur est défini par la formule [1] :

$$\tan \alpha = Vx/Vz. \qquad [1]$$

Résultats

L'incertitude expérimentale moyenne est de 3,3 $cm.pixel^{-1}$. L'incertitude dans la reconstruction 3D des points anatomiques pendant la phase d'impulsion du nageur est présentée tableau 1. L'incertitude expérimentale moyenne sur la mesure d'un angle est de ± 3,2 degrés. Les vitesses Vx et Vz et l'angle α à l'instant où le nageur quitte le mur sont présentés tableau 2.

	jambe	cuisse	bras	Av. bras	Moyenne
Incertitude (cm) sur les points anatomiques	2,4	4,0	1,1	1,1	2,2 ± 1,4

Tableau 1 : Incertitude dans la reconstruction 3D des points anatomiques qui constituent un segment.

	Vx ($m.s^{-1}$)	Vz ($m.s^{-1}$)	α (degrés)
Départ bras fléchis	2,9	0,0	0,9
Départ bras tendus	3,2	-0,2	-3,4

Tableau 2 : Vitesses horizontales (Vx), vitesses verticales ascendantes (Vz) et angles (α) à l'instant où le nageur quitte le mur.

Discussion

L'incertitude moyenne de la reconstruction 3D de la totalité des points anatomiques étant inférieure à l'incertitude expérimentale, la précision du CM demeure satisfaisante. L'écart observé entre l'incertitude de reconstruction 3D des points anatomiques de la cuisse et l'incertitude expérimentale s'explique par la présence du bassin dans l'eau au début de l'impulsion. L'eau provoque un phénomène de distorsion optique (loi de Snell-Descartes). Cette distorsion diminue la qualité de cliquage des points anatomiques du bassin. L'écart d'angle α à l'instant où le nageur quitte le mur en fonction de la stratégie de départ utilisée est inférieur à l'incertitude expérimentale moyenne (3,2 degrés). Par conséquent, l'analyse cinématique 3D de la phase d'impulsion du nageur ne permet pas de différencier les deux stratégies gestuelles mises en place par le nageur (bras fléchis, bras tendus) en termes de vitesses (Vx et Vz) et d'angle α. Si l'analyse cinématique 3D permet d'évaluer de manière globale le départ dos, la précision de mesure qui résulte de cet outil ne suffit pas pour apprécier la finesse des différentes stratégies chez un nageur de haut niveau.

Bibliographie

Abdel-Aziz (Y.I.), Karara (H.M.) – Direct linear transformation from comparator coordinates in close range photogrammetry. Symposium on Close Range Photogrammetry, juanuary 26-29, 1971, Urbana-Illinois, pp. 1-18.

Alves (F.) - Analysis of swimming races. 14ème congrès de la société internationale de biomécanique, 4-8 juillet, 1993, Paris, pp. 88-89.

Dempster (W.T.), Gabel (W.C.), Felts (W.J.L.) – The anthropometry manual work space for the seates subjects. American Journal of Physiology and Anthropometry, 1959, 17, pp. 289-317.

Tavernier (M.), Cosserat (P.), Ruby (A.) – Optimisation de l'ajustement de trajectoires par lissage avec des polynômes d'ordres multiples élevés: comparaison avec le filtre de Butterworth du second ordre. Science et Motricité, 1996, 28, pp. 53-56.

Vilas-Boas (J.P.), Fernandes (R.) - Swimming starts and turns: determinant factors of swimming performance. 3ème journée spécialisée de Natation, 19-20 juin, 2003, Lille, pp. 84-95.

Cette étude a été financée par le Ministère de la Jeunesse, des Sports, et de la Vie Associative et par la Fédération Française de Natation

Paru dans : 4èmes Journées Internationales des Sciences du Sport les 28-30 novembre 2006,dans le cadre des "Entretiens de l'INSEP", Actes.- Paris : INSEP, 2006.- pp. 133-134