HAL
open science

Caractéristiques physiologiques et musculaires des athlètes élites spécialistes de "corse fauteuil"

Jean-Michel Lévêque, Christine Hanon, Christophe Hausswirth

▶ **To cite this version:**

Jean-Michel Lévêque, Christine Hanon, Christophe Hausswirth. Caractéristiques physiologiques et musculaires des athlètes élites spécialistes de "corse fauteuil". Médecins du sport, 2004, 67, pp.28-32. hal-02023061

HAL Id: hal-02023061

https://insep.hal.science/hal-02023061v1

Submitted on 18 Feb 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.

mds67-26-27-thera 4/10/04 17:02 Page 28

Caractéristiques physiologi q des athlètes élites spécialis t

La course en fauteuil roulant (ou "course fauteuil") figure certainement parmi les plus vieilles disciplines sportives pratiquées par les personnes handicapées physiques (paraplégiques, tétraplégiques, poliomyélites...).

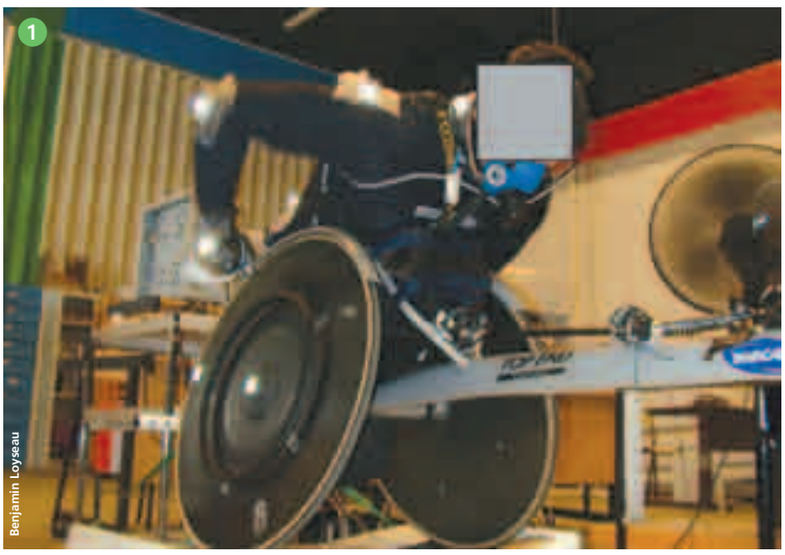

Figure 1 - **Représentation de l'athlète sur l'ergomètre.**

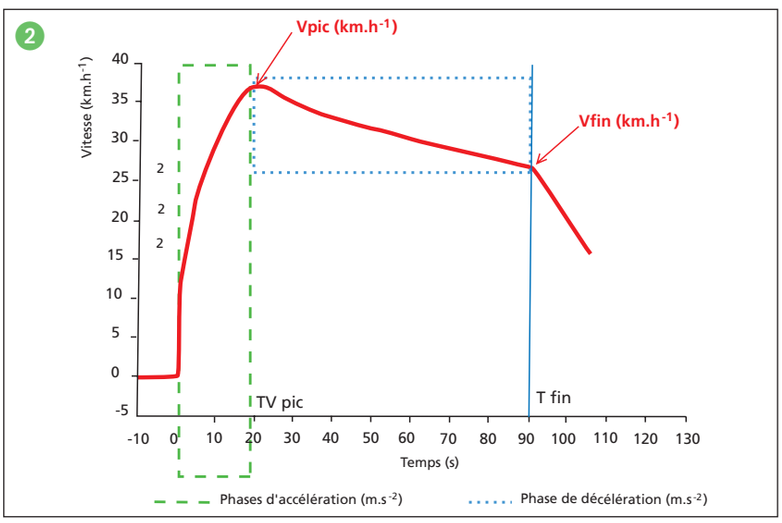

Figure 2 - **Evolution de la vitesse au cours de l'exercice d'intensité maximale de 1 min 30 sec. La décélération est calculée par le rapport (Vfin - Vpic) / (Tfin - TVpic), où Vfin et Tfin représentent la vitesse et le temps de fin d'exercice, Vpic et TVpic représentent le pic de vitesse ainsi que le temps d'atteinte de Vpic.**

En compétition, les athlètes utilisent un fauteuil spécifique à trois roues (2 grandes roues à l'arrière et une plus petite à l'avant) (Fig. 1), et leur déplacement (accélération du fauteuil) s'effectue par une poussée simultanée des mains sur les cerceaux fixés aux roues arrières (i.e. "mains courantes"). Aujourd'hui, la course fauteuil constitue une discipline de "haut niveau" à part entière, et les exigences des sportifs et entraîneurs sont celles des sportifs de haut niveau. Cette évolution pose les problématiques inhérentes aux exigences de la haute compétition (développement technologique, suivi médico-sportif...), et en particulier celles liées à la détermination de contenus d'entraînement précis reposant sur une meilleure connaissance des contraintes de cette activité.

Une "course fauteuil" effectuée sur une distance de 800 mètres dure environ 1 minute 45 secondes (record d'Europe : 1 min 38 sec, Joël Jeannot). Parmi les facteurs pouvant influencer la performance en course, les aspects tactiques doivent être pris en compte. En effet, ce type de course est disputé en groupe, et l'athlète a la possibilité de minimiser les résistances aérodynamiques en se déplaçant derrière d'autres athlètes (technique dite *de drafting*). Il a été montré, pour d'autres activités comme le cyclisme, que cette technique de *drafting* pouvait permettre de minimiser la dépense énergétique pour une même vitesse et améliorer la performance (1).

Dans un cadre d'évaluation des athlètes, indépendamment des facteurs tactiques, la performance doit donc être réalisée de manière individuelle. Il est alors possible de mesurer la distance parcourue sur une période fixe (2). Dans le cadre de notre étude, nous

* Laboratoire de Biomécanique et Physiologie, Insep, Paris.

gi ques et musculaires
is tes de “course fauteuil”

Dr Jean-Michel Levêque*, Dr Christine Hanon*,
Dr Christophe Hausswirth*

Mots clés
Course en fauteuil
Paraplégie
Tétraplégie
Poliomyélite
VO_2max

avons choisi d’évaluer le niveau de performance des athlètes spécialistes de course fauteuil lors d’un test similaire permettant d’évaluer les indices suivants : l’accélération, le pic de vitesse et la décélération (Fig. 2).

Comme pour toute activité sportive, différentes filières énergétiques (aérobies et anaérobies) sont mises à contribution lors d’une course sur 800 mètres. Les travaux de Spencer et Gastin (3) ou Bishop et coll. (4) ont respectivement montré, pour la course à pied (sur 800 mètres) ou le kayak (sur 500 mètres), que la re-synthèse d’énergie provenait de manière prédominante du métabolisme aérobie. Par exemple, Spencer et Gastin (3) concluent que la part du métabolisme aérobie est de 66 % lors d’un 800 mètres en course à pied. Pour des activités sollicitant les membres supérieurs comme le kayak, la performance sur 500 mètres (effort d’environ 1 min 40 sec) est étroitement dépendante de la puissance maximale du métabolisme aérobie des membres supérieurs (5). Cette étude devait nous permettre de vérifier si la puissance maximale du métabolisme aérobie évaluée au cours d’un exercice en fauteuil, constitue un facteur de performance sur 800 mètres.

L’objectif de ce travail était d’étudier les relations entre les caractéristiques physiques spécifiques des athlètes de haut niveau (caractéristiques physiologiques et qualités musculaires spécifiques) et la performance en fauteuil roulant sur 800 mètres. Sous l’impulsion de la Fédération française d’athlétisme Handisport et de son DTN (Patrice Gergès), cette expérimentation a été réalisée au Laboratoire de Biomécanique et Physiologie de l’Institut national du sport et de l’éducation physique (Insep). Ce travail devrait participer à la construction de documents de formation pour les entraîneurs pour l’Olympiade 2008.

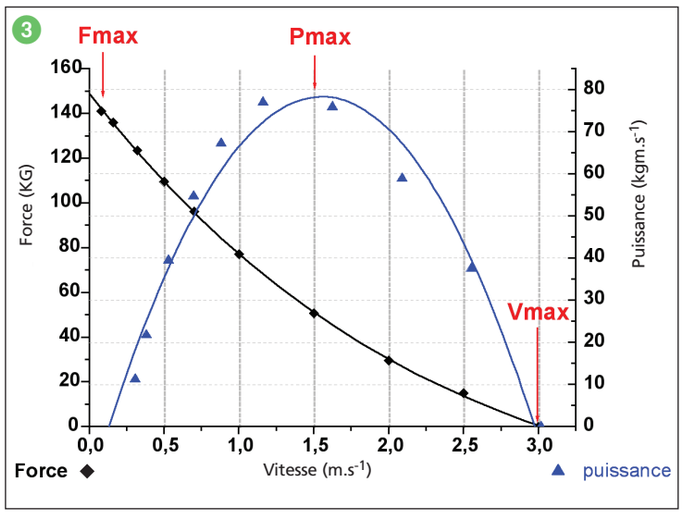

Figure 3 - **Représentation graphique d’une relation Force - Vitesse et Puissance - vitesse établie, pour un sujet, aux 9 vitesses imposées. Fmax et Pmax représentent respectivement les valeurs maximales de Force et Puissance. Vmax correspond à la vitesse maximale d’exécution du mouvement de développé-couché sans résistance opposée.**

MÉTHODOLOGIE

▶ Les sujets

Sept athlètes de l'équipe de France masculine de course en fauteuil ont participé à cette expérimentation (âge : 34,7 ± 4,2 ans ; taille : 178,9 ± 9,7 cm ; masse : 68,7 ± 9,1 kg). Ces athlètes concouraient dans la catégorie paraplégique (par opposition à la catégorie tétraplégique).

▶ L'ergomètre

L'ensemble des tests s'est effectué en laboratoire. Les athlètes étaient évalués dans leurs fauteuils personnels grâce à l'utilisation d'un ergomètre à frein électromagnétique spécialement adapté aux exercices en fauteuil roulant (Ergomètre VP100 HTE, Medical Developpement, Saint-Etienne, France). L'ergomètre était composé d'une plate-forme comportant deux rouleaux. Le fauteuil était fixé sur la plate-forme de manière à limiter les mouvements sur l'axe antéro-postérieur. Les roues arrières reposaient sur les deux rouleaux inclinés de manière à former un angle de 90° avec la roue dans le plan frontal (Fig. 1).

▶ Test d'évaluation des qualités musculaires maximales

Cette première évaluation était réalisée sur un ergomètre isocinétique adapté à l'exercice de développé-couché (DC) (Ariel Computerized Exercise System "multifunction exercise", Ariel Dynamics Inc., Trabucco Canyon, USA). Le test consistait en une série de 9 efforts maximaux en DC effectués de 2,5 à 0,08 m.s^{-1}. Cette exploration fonctionnelle permettait d'apprécier les qualités de force, puissance et vitesse maximales (Fig. 3).

▶ Test d'évaluation de la consommation maximale d'oxygène (VO_2max)

Après 5 minutes d'échauffement à 10 km.h^{-1}, le test débutait à 15 km.h^{-1} et l'incrément de vitesse était de 1 km.h^{-1} toutes les minutes, jusqu'à l'arrêt volontaire du sujet. Les paramètres gazeux et respiratoires étaient enregistrés pendant toute la durée du test avec un système télémétrique de type Cosmed $K4_{RQ}$ (Rome, Italie). Des prélèvements sanguins au lobule de l'oreille étaient réalisés avant, à la fin et 3 minutes après le test afin de mesurer la lactatémie ([La$^-$], en mmol.L^{-1}).

La consommation d'oxygène (VO_2, en L.min^{-1} et mL.kg^{-1}.min^{-1}), le débit ventilatoire (VE, en L.min^{-1}), la fréquence respiratoire (FR, en cycles.min^{-1}) et la fréquence cardiaque (FC, en batt.min^{-1}) étaient les principaux paramètres considérés. Les seuils ventilatoires (SV_1 et SV_2) étaient obtenus d'après la méthode de calcul proposée par Wasserman et coll. (6).

▶ Test d'évaluation de la performance

Les athlètes devaient produire le maximum de vitesse pendant une période de 1 minute 30 secondes. La consigne était d'atteindre leur vitesse maximale le plus vite possible.

L'épaule joue un rôle majeur dans la propulsion du fauteil roulant, conduisant à de nombreuses plaintes douloureuses.

Laurent Baheux

LES RÉSULTATS ET DISCUSSION

La performance des athlètes est appréciée par la distance parcourue (D_{max}) au cours de l'effort d'1 min 30 s (730,5 ± 64,8 m). Une analyse individualisée fait apparaître des différences en ce qui concerne les capacités à accélérer le système "athlète-fauteuil" (accélération : 0,35 ± 0,06 m.s^{-2}), atteindre une vitesse maximale élevée (V_{pic} : 34,7 ± 3,0 km.h^{-1},

Tableau 1

Sujets	Dmax (m)	Vmoy (km.h-1)	Vpic (km.h-1)	D.Vpic (m)	D.15s (m)	Acc. (m.s-2)	Dec. (m.s-2)
S1	628	25,1	29,9	212	89,3	0,28	- 0,028
S2	676	27,0	31,9	222	91,5	0,29	- 0,038
S3	777	31,1	36,0	209	109,3	0,39	- 0,034
S4	827	33,1	38,5	214	107,8	0,43	- 0,034
S5	732	29,3	33,6	224	86,4	0,31	- 0,025
S6	728	29,1	34,1	237	97,0	0,32	- 0,041
S7	747	29,9	36,8	202	101,6	0,41	- 0,045
Moyenne	**730,5**	**29,2**	**34,7**	**217,2**	**97,5**	**0,35**	**- 0,035**
Ecart type	*64,8*	*2,6*	*3,0*	*11,4*	*9,0*	0,06	0,007

Tableau I - **Valeurs individuelles concernant les indices de performance au test d'effort maximal d'1 min 30 sec.**
Dmax et Vmoy : distance parcourue (m) et vitesse moyenne de déplacement (km.h^{-1}) au cours du test.
Vpic et D.Vpic : pic de vitesse (km.h^{-1}) et distance parcourue (m) à l'atteinte de Vpic.
D.15s, Acc. et Dec. : distance effectuée (m) après 15 s d'effort, accélération et décélération (m.s^{-2}) calculées au cours du test.

Tableau 2

	Test à intensité croissante	Test de 1 min 30 sec
VMA ($km.h^{-1}$)	**29** ± 3	----
VO_2max ($L.min^{-1}$)	**3,67** ± 0,51	3,52 ± 0,63
VO_2max ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$)	**53,5** ± 6,2	51,4 ± 8,2
V_Emax ($L.min^{-1}$)	**126** ± 15	141 ± 24
FRmax ($cycles.min^{-1}$)	**70** ± 20	100 ± 17*
FCmax ($batt.min^{-1}$)	**185** ± 6	186 ± 6
$[La^-]_{max}$ ($mmol.l^{-1}$)	**13,5** ± 1,7	17,3 ± 1,9*
Q_Rmax	**1,12** ± 0,06	----
V_{SV2} ($km.h^{-1}$)	**25** ± 2	
% VO_2max (%)	**77** ± 3	

Tableau II
Variables physiologiques (moyenne (écart type) obtenues lors des 2 tests en fauteuil. V_{SV2} et % VO_2max correspondent respectivement à la vitesse et à la valeur de VO_2 (exprimée en pourcentage de VO_2max) au deuxième seuil ventilatoire (SV_2).
*** Différence significative entre les 2 tests ($P < 0,05$).**

Laurent Baheux

Chez le blessé médullaire, une escarre, une infection urinaire ou un coup de chaleur restent des pathologies fréquentes.

atteinte à 28 ± 3 s) et limiter la décélération (décélération : -0,035 ± 0,007 $m.s^{-2}$) (Tab. 1). La performance globale (D_{max}) est positivement corrélée à l'accélération ($r = 0,92$; $P < 0,01$) et au pic de vitesse ($r = 0,92$; $P < 0,01$), ce qui signifie que la capacité à atteindre rapidement une valeur élevée de vitesse est déterminante de la performance.

Les niveaux de Fmax, Pmax et Vmax obtenus en DC par l'ensemble des athlètes, sont respectivement de 125 ± 18 kg, 73,9 ± 16,4 $kgm.s^{-1}$ et 2,82 ± 0,23 $m.s^{-1}$.

Au cours du test triangulaire, les athlètes ont atteint une vitesse maximale aérobie (VMA) de 29 ± 3 $km.h^{-1}$. Les valeurs de VO_2max sont de 3,67 ± 0,51 $L.min^{-1}$ soit, en valeur relative, 53,5 ± 6,2 $mL.kg^{-1}.min^{-1}$. Il existe une corrélation significative ($P < 0,05$) entre VMA et VO_2max exprimée en $L.min^{-1}$ ($r = 0,80$). En fin de test, les concentrations en lactates sanguins ($[La^-]_{max}$) (13,5 ± 1,7 $mmol.l^{-1}$), les quotients respiratoires (QR_{max}) (1,12 ± 0,06) et fréquences cardiaques (185 ± 6 $batt.min^{-1}$) obtenus par les athlètes confirment l'atteinte de VO_2max (Tab. II).

Lors du test de 1 min 30 sec, les valeurs maximales de VO_2 (3,52 ± 0,63 $L.min^{-1}$ atteintes 40 ± 12 secondes après le début de l'effort) ne sont pas significativement différentes des valeurs de VO_2max obtenues au test d'intensité progressive (Tab. II). De plus, il existe une corrélation significative ($r = 0,90$) entre ces 2 paramètres, ce qui signifie que, quel que soit le test, nous obtenons des différences interindividuelles identiques.

Nos résultats mettent en évidence une corrélation positive ($P < 0,05$) entre la performance globale (D_{max}) et :
1- la VMA obtenue lors du test d'intensité progressive ($r = 0,95$; $P < 0,01$) ;
2- la valeur de VO_2 à SV_2 exprimée en pourcentage de (VO_2max ($r = 0,84$; $P < 0,01$) ;
3- les qualités musculaires de V_{max} ($r = 0,78$) ;
4- Pmax ($r = 0,82$), le pic de vitesse (V_{pic}) et l'accélération (Acc) sont significativement corrélés à V_{max} ($r = 0,92$; $P < 0,01$) et P_{max} ($r = 0,96$; $P < 0,01$).

CONCLUSION

Les valeurs de VO_2max mesurées avec cette population de l'équipe de France sont supérieures à celles relatées dans la littérature spécifique des athlètes paraplégiques (7) et comparables aux valeurs obtenues chez des kayakistes de haut niveau (5). Ces valeurs sont relativement élevées compte tenu de la masse musculaire active (comparativement à un exercice des membres inférieurs) et confirment l'importance de la sollicitation aérobie en course fauteuil. Dans une perspective d'évaluation de l'aptitude physique, les résultats montrent l'importance de l'aptitude aérobie dans la performance sur 800 mètres, ainsi que l'intérêt d'évaluer la force en DC aux vitesses élevées, valeur classiquement retenue comme un indice d'évaluation de l'explosivité de la force. ■

Nous tenons à remercier Patrice Gergès et la Fédération française d'athlétisme Handisport pour leur collaboration scientifique dans ce projet, ainsi que tous les membres du laboratoire de biomécanique de l'Insep.

BIBLIOGRAPHIE

1. Hausswirth C, Vallier JM, Lehenaff D et al. Effect of two drafting modalities in cycling on running performance. Med Sci Sports Exerc 2001 ; 33 : 485-92.
2. Fry RW, Morton AR. Physiological and kinanthropometric attributes of elite flatwater kayakists. Med Sci Sports Exerc 1991 ; 23 : 1297-301.
3. Spencer MR, Gastin PB. Energy system contribution during 200- to 1500- m running in highly trained athletes. Med Sci Sports Exerc 2001 ; 33 : 157-62.
4. Bishop D, Bonetti D, Dawson B. The influence of pacing strategy on VO2 and supramaximal kayak performance. Med Sci Sports Exerc 2002 ; 34 : 1041-7.
5. Tesch PA. Physiological characteristics of elite kayak paddlers. Can J Appl Sport Sci 1983 ; 8 : 87-91.
6. Wasserman K, Whipp BJ, Koyl SN, Beaver WL. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. J Appl Physiol 1973 ; 35 : 236-43.
7. Veeger HE, Hadj Yahmed M, Van der Woulde LH, Charpentier P. Peak oxygen uptake and maximal power output of Olympic wheelchair-dependent athletes. Med Sci Sports Exerc 1991 ; 23 : 1201-9.

KIOSQUE

Handi Guide 06 : l'activité physique et sportive

Conçu et édité par la Direction Départementale de la Jeunesse et des Sports des Alpes-Maritimes, le Handi Guide 06 présente les informations et les connaissances liées aux activités physiques et sportives pratiquées par les personnes handicapées dans le département. Plus d'une quarantaine d'activités y sont proposées par les clubs "ordinaires" ou spécialisés. ■

Direction Départementale de la Jeunesse et des Sports des Alpes-Maritimes. Handi Guide 06 : les activités physiques et sportives. Saint Laurent du Var : DDJS des alpes Maritimes, 2004.

Retrouvez la nouvelle version du site

http://www.menarini.fr

Le premier site francophone consacré à la médecine du sport

Les technologies évoluent, Msport aussi !

La nouvelle version du site Msport est déjà en ligne. Elle propose un graphisme original et une meilleure ergonomie de navigation au service de la médecine du sport.

Mise à jour tous les mois

- Plus de 1 000 pages de documents consacrées à la médecine du sport
- Plus de 500 photos classées par localisation anatomique
- Des données épidémiologiques sur plus de 7 000 cas
- Des articles originaux
- Un accès aux moteurs de recherche bibliographique et des liens vers de nombreux sites Internet (Medline, CHU de Rouen, INSEP...)
- Une base de données exclusive en médecine du sport
- Le calendrier des événements sportifs