

Caractéristiques physiologiques des cyclistes routiers juniors de 17 et 18 ans de l'équipe nationale algérienne

Sadouki Kamel, Abdelmalek Mohammed, & Mimouni Nabila

Laboratoire des sciences biologiques appliquées au sport, ES/S.T.S, Dely Brahim, Alger, sadouki_kamel@yahoo.fr

Résumé

Cette étude a pour but de déterminer les caractéristiques physiologiques des cyclistes routiers juniors de l'équipe nationale algérienne et, le lien existant entre les performances de laboratoire et les résultats des tests de terrain spécifiques au cyclisme. Neuf cyclistes âgés de $17,89 \pm 0,33$ ans ont pris part à cette étude. Deux tests de laboratoire (la capacité de travail 170 et le test de Katch) et quatre tests du terrain (le 100 mètres départ lancé, le 300 mètre départ arrêté, le 1km départ arrêté et le 4km départ arrêté) ont été effectués. Les résultats montrent que la consommation maximale d'oxygène est comparable à celle d'autres études sur des cyclistes de niveau élevé. L'insuffisance du niveau de performance des algériens devrait s'expliquer autrement. Dans ce sens, une exploration devrait se faire sur les paramètres de seuil anaérobie, des méthodes d'entraînement de la force et des indices annuels de la charge (volume et intensité).

Mots clés : $\dot{V}O_2$ max, caractéristique physiologique, cyclisme, route, junior

Abstract: *Physiological characteristics of road cyclist's juniors of the Algerian national team*

This study aims to determine the physiological characteristics of the junior road cyclist of the Algerian national team and the relationship between laboratory's performance and the results of the cycling field test. Nine cyclists aged 17.89 ± 0.33 years participated in this study. Two laboratory tests (Physical Working Capacity 170 and Katch-test) and four field tests (100 meters flying start, the 300 meter standing start, the 1km standing start and 4km standing start) were performed. The results have shown that the maximum oxygen consumption is comparable to that of other studies. An insufficient of performance level of Algerians should be explained otherwise. In this way, an exploration on the anaerobic threshold, methods of strength training and annual indexes of load (volume and intensity) should be done in other studies.

Key words: $\dot{V}O_2$ max, physiological characteristics, cycling, road, junior

ملخص : الخصائص الفسيولوجية للاعبين الدراجة على الطريق الجزائريين من صنف الشباب ذوي 17-18 سنة

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد الخصائص لراكبي الدراجات اختصاص طريق، صنف الشباب للمنتخب الوطني الجزائري والعلاقة بين نتائج الاختبارات المعملية ونتائج الاختبارات الميدانية الخاصة بسباق الدراجات. ولقد شارك في هذه الدراسة تسعة دراجين معدل أعمارهم 17.89 ± 0.33 سنوات. تم تنفيذ اثنين من الاختبارات المعملية (اختبار القدرة على العمل البدني عند معدل نبض 170، واختبار Katch) و أربعة اختبارات ميدانية (100 متر انطلاق على اندفاع، 300 متر انطلاق على ثبات، و 1 كيلومتر انطلاق على ثبات و 4 كيلومتر انطلاقا من الثبات). و أوضحت النتائج أن الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين هو مشابه لذلك من دراسات أخرى على دراجين ذو مستوى عال. ينبغي شرح عدم كفاية مستوى الأداء الجزائري على خلاف ذلك. في هذا المعنى، ينبغي أن يتم استكشاف العتبة اللاهوائية، أساليب تدريب القوة و المؤشرات السنوية للحمولة (حجم و الشدة) في دراسات أخرى.

الكلمات الدالة : الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين، سباق الدراجات، طريق، الشباب، الخصائص البدنية

Introduction

Les études portant sur l'évaluation des caractéristiques physiologiques des cyclistes sont nombreuses et les modes d'exploration varient d'une étude à l'autre, (Hug et al., 2003; Grappe, 2005). Les nombreux travaux effectués chez le cycliste ont le plus souvent porté sur la consommation maximale d'oxygène (Hagberg et al., 1978; Lopategui et al., 1986; Ricci et Léger, 1983), et sur la morphologie des cyclistes de différentes épreuves (Brooks et Fahey, 1984; Carter, 1982; Fletcher et McNaughton, 1987; Foley et al., 1989; Kouassi et Handschuh, 1990). Ils ont pris comme échantillon des athlètes seniors.

Cependant, les travaux menés sur les caractéristiques physiologiques et morphologiques des cyclistes routiers juniors sont très peu disponibles. Nous en citons, Fraisse et al. (1990) et Riaza et al. (1993). Les tests de laboratoire apportent des informations objectives aidant à planifier les charges de travail en fonction des aptitudes et des besoins, et contribuent à l'amélioration de la performance. Ces tests (tests physiologiques, biologiques, morphologiques ou psychologiques par exemple) évaluent et cernent les potentialités du coureur cycliste (Mayer, 1988). D'autre part, les tests de terrain servent à

l'identification des forces et des faiblesses du sportif, par rapport à sa propre discipline en fournissant des indications sur les besoins spécifiques d'un programme d'entraînement individualisé. Ces indications peuvent s'exprimer sous forme de "feed-back" permettant de mesurer l'efficacité d'un programme d'entraînement, une information sur l'état de forme sportive et permet également de comparer et sélectionner les athlètes puis de doser et planifier l'entraînement en fonction des capacités du moment (Leger et Lambert, 1982). L'objectif de ce travail est la détermination des caractéristiques physiologiques des cyclistes routiers juniors algériens, ainsi que la détermination du lien, entre les performances de laboratoire et les résultats aux tests de terrain spécifiques au cyclisme.

1. Matériel et méthodes

1.1. Les sujets

Neuf athlètes de l'équipe nationale algérienne junior de cyclisme sur route, ont participé à l'étude. Ils pratiquent occasionnellement des séances sur piste. Ces athlètes s'entraînent 5 fois par semaine avec un volume moyen de 450 km. Les cyclistes ont un âge de $17,89 \pm 0,33$ ans, un poids de $66,33 \pm 6,61$ kg, une taille de $175,73 \pm 6,09$ cm et un âge sportif de $7,22 \pm 3,11$ ans. Les masses relatives des composantes du poids du corps sont $12,09 \% \pm 1,80$ pour la masse grasse, $43,76 \% \pm 1,50$ pour la masse musculaire et $20,05 \% \pm 2,58$ pour la masse osseuse.

1.2. Protocoles des Tests

Les tests de laboratoire à savoir le test de Katch (1974) et la PWC 170, se sont déroulés durant une matinée au niveau du Centre National de Médecine du Sport de Dely Ibrahim. Le test de la PWC 170 a été dirigé par des médecins spécialisés. Ce test a pour but l'estimation de la $\dot{V}O_2$ max, à partir de la relation existant entre la fréquence cardiaque et l'intensité du travail et à partir, de la fréquence cardiaque maximale théorique. La durée de l'épreuve est de 4 à 6min. Le sujet est invité à pédaler en position assise, à une cadence de 60 ± 10 rotations par minute (rpm) contre une résistance fixée, en fonction du sexe du sujet, qui sera progressivement et continuellement augmentée, jusqu'à ce que la fréquence cardiaque atteigne une valeur proche de 170 battements par minute (bpm). La charge initiale est fixée à 50watts, charge relativement basse qui permet au sujet de s'accommoder à l'épreuve. La charge est augmentée progressivement et continuellement de 5 watts toutes les 12 secondes. La fréquence cardiaque est surveillée en continue à l'aide d'un dispositif permettant la lecture instantanée, et

enregistrée toutes les deux minutes c'est-à-dire à : 100, 150, 200 watts etc. L'épreuve est interrompue, dès que la fréquence cardiaque atteint une valeur comprise entre 150 et 170 bpm.

Le test de Katch (1974) a été réalisé sur une bicyclette ergométrique à freinage électromagnétique (force de freinage=5.6kgF) du type Monark (915 E). Nous avons utilisé une caméra numérique (permettant l'enregistrement du nombre de révolutions), et un chronomètre.

La durée de l'épreuve est de 120 secondes, au maximum, jusqu'à épuisement. Les objectifs de l'épreuve ainsi que les modalités de son exécution sont expliqués au sujet. La selle et le guidon sont ajustés à la convenance du sujet. Au signal "Partez", le sujet pédale, en position assise, le plus rapidement et le plus longtemps possible. La charge prescrite est ajustée à moins de 1,5s du signal de départ. Le chronomètre et le compteur sont enclenchés dès le signal de départ. L'épreuve est interrompue lorsque le sujet ne peut plus supporter la charge imposée. Le temps est communiqué au sujet régulièrement à voix haute. A la fin de l'épreuve, il est recommandé au sujet de continuer à pédaler sans force de freinage pendant 2 à 3 minutes.

Au cours de l'épreuve, les données suivantes sont recueillies : la durée totale, en secondes, pendant laquelle le sujet a maintenu la charge imposée, le nombre de révolutions que le sujet a développé pendant toute la durée de l'épreuve, le nombre de révolutions que le sujet a développé dans la première fraction de 6 secondes est rapporté à la minute (rpm).

A partir de ces données, les qualités suivantes peuvent être calculées :

Capacité anaérobie lactique (kgm) = 5,6 kg × nombre total de révolutions × 6mètres

Capacité anaérobie alactique (kgm) = 5,6kg × nombre de révolutions dans les 1ères secondes × 6mètres.

Les tests de terrain (le 100 m lancé, le 300 m. départ arrêté, le kilomètre sur piste) se sont déroulés sur le vélodrome de 20 août 1955 (400 mètres). Le 100 m lancé est une épreuve contre la montre avec un départ lancé depuis la ligne de départ de la poursuite. La distance à parcourir comprenant l'élan et les 100m est fixée à 1 tour et 100 mètres, c'est l'équivalent de 500 mètres. Le coureur accélère dans les derniers 150mètres au niveau du cône rouge ou 50 mètres avant la ligne de la poursuite, le chronomètre est déclenché dès qu'il passe sur la ligne de départ de la poursuite (fig. 01). Ce test est destiné pour la mesure de la puissance maximale anaérobie.

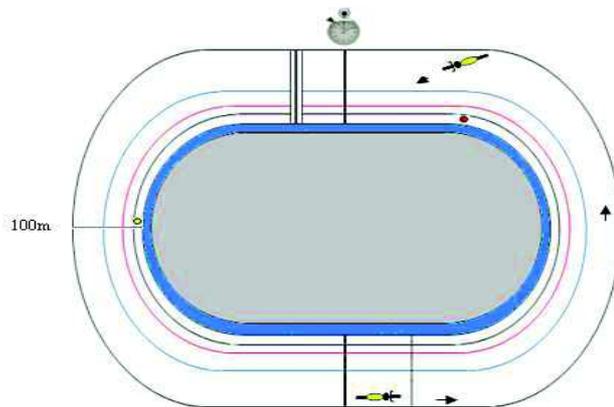


Figure 1 : Représentation de l'évolution du coureur lors du 100 m lancés CLMI (CLMI : Contre la montre individuel)

Le deuxième test est une épreuve qui se dispute sur une distance de 300 mètres avec un départ arrêté au niveau de premier virage, le coureur est fixé par un teneur ensuite lâché sans être poussé. Au coup du sifflet

le coureur effectuera son départ et fait son arrivée sur la ligne d'arrivée de l'épreuve de vitesse (fig. 2). Ce test est destiné pour la mesure de la capacité anaérobie alactique.

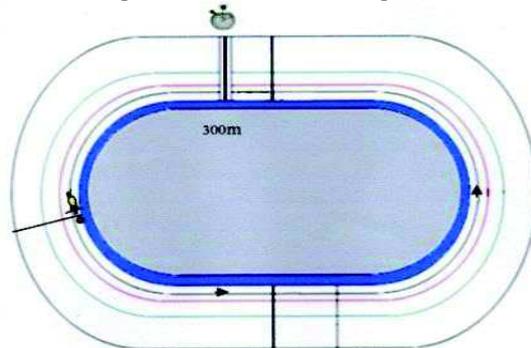


Figure 2 : Représentation de l'évolution du coureur lors du 300 m da CLMI da : départ arrêté

Le troisième test est une épreuve qui se dispute sur une distance de 1000 mètres, l'équivalent de 2 tours et demi sur une piste de 400m, avec un départ sur la ligne de la poursuite, le coureur est fixé par un teneur ensuite

lâché sans être poussé. Au coup de sifflet le coureur exécute son départ et effectue l'arrivée sur la ligne de la poursuite du côté opposé de la piste (fig. 3). Ce test est destiné à la mesure de la capacité anaérobie lactique.

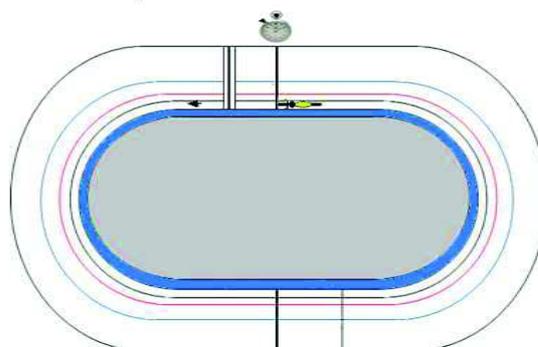


Figure 3: Représentation de l'évolution du coureur lors du 1 km CLMI

Pour la mesure de la puissance maximale aérobie (PMA) nous avons opté pour le 4 km départ arrêté (fig. 4)

. C'est une épreuve de contre la montre individuel. Qui consiste à réaliser le meilleur temps possible sur un parcours plat et une distance de 4 km, avec un aller-

retour de 2 km et avec un développement max de 7,93 mètres. Le départ est pris à l'arrêt. Le coureur est tenu lâché, sans être poussé, par un assistant. Les coureurs partent à intervalles identiques d'une minute. Le coureur

contourne le rond-point et revient à la ligne de départ qui constitue aussi la ligne d'arrivée.

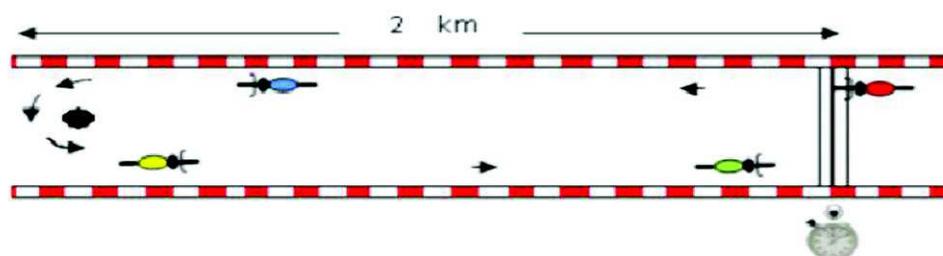


Figure 4: Représentation de l'évolution du coureur lors du 4 km CLMI

2. Résultats

Les données physiologiques et physiques, mesurées, respectivement, par les épreuves de laboratoire et de terrain sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques physiologiques : épreuves de laboratoire et de terrain en moyennes \pm écart type

	PWC 170 (Kgm.min ⁻¹ .kg ⁻¹)	26,25 \pm 4,75
	$\dot{V}O_2$ max	4,15 \pm 1,72
		62,65 \pm 8,37
Epreuves de laboratoires	C.A.A (Kgm)	589,87 \pm 37,98
	C.A.L (Kgm)	7705,60 \pm 411,51
	P.A.A	959,56 \pm 43,21
		14,59 \pm 1,58
Epreuves de terrain	100m dl (sec)	6,64 \pm 0,36
	300m da (sec)	26,12 \pm 0,99
	1km da (sec)	80,46 \pm 1,72
	4km (min, sec)	5,59 \pm 0,18

PWC 170 : Capacité de travail à une fréquence cardiaque de 170 battements par minute, CAA : Capacité anaérobie alactique, CAL : Capacité anaérobie lactique, PAA : Puissance anaérobie alactique, dl : départ lancé, da : départ arrêté, sec : Secondes, min : Minutes, W : Watts, Kg : kilogrammes, l, litres, ml : millilitres, Kgm : kilogramme mètre

Dans l'analyse comparative des paramètres physiologiques, nous nous sommes contentés d'étudier la consommation maximale, la consommation maximale avec majoration de 5%, ainsi que les épreuves physiques de 100 m départ lancé, le 300m départ arrêté et le 1000m départ arrêté. Pour cela nous avons comparé les résultats de la présente étude avec celles de Fraisse et al. (1990) et Mallet (2005) sur des sujets français,

Tsunawaka et al. (1993), sur un échantillon de cyclistes japonais et Vymazal (1988) sur des tchèques. L'analyse comparative de la consommation maximale d'oxygène révèle l'inexistence de différence avec la majorité des valeurs référentielles ; la seule différence significative ($p < 0,05$) a été observée avec nos sujets en faveur des français de l'échantillon 1990a de l'étude de Fraisse et al. (1990) (figure, 5).

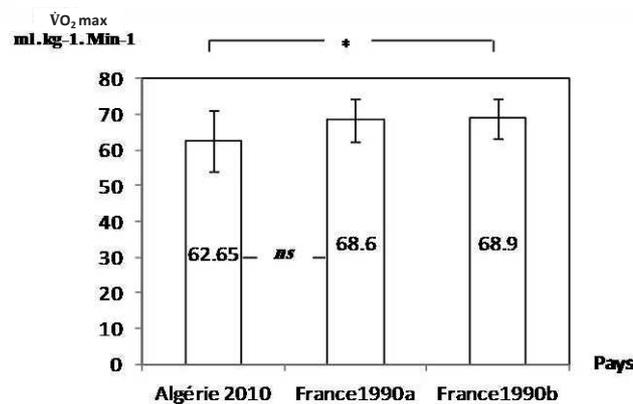


Figure 5 : Représentation comparative de la $\dot{V}O_2$ max des algériens et des français de deux échantillons d'étude (1990a et 1990b) selon Fraisse (1990)
 ns : écart non significatif, * : écart significatif à $p < 0,05$

Afin de mettre nos sujets aux même pieds d'égalité que ceux des autres études, *i.e.*, réajuster les valeurs de $\dot{V}O_2$ max en valeurs de mesure directes, nous avons procédé à une majoration de 5% (Vidalin et al., 1988). Cette opération a montré, encore une fois, l'inexistence de différence avec toutes les valeurs référentielles. La

comparaison de performances réalisées sur trois épreuves (100 mètres lancé et le 1000mètres départ arrêté) des sujets algériens a révélé l'existence d'une différence significative ($p < 0,001$) en faveur des valeurs référentielles de Vymazal (1988) (figures 6 et 7).

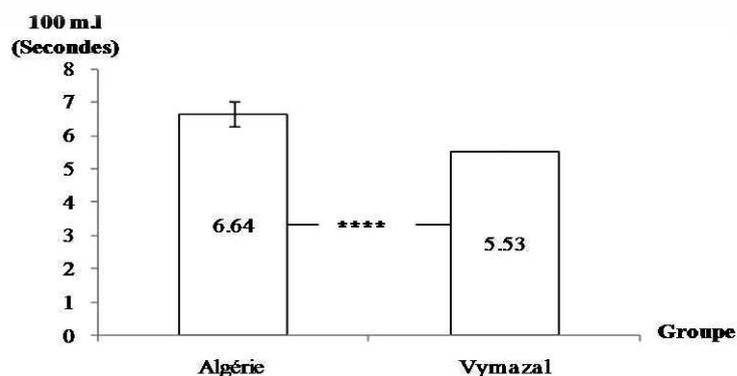


Figure 6 : Représentation comparative de la performance au 100m départ lancé,
 **** : écart significatif pour $p < 0,001$

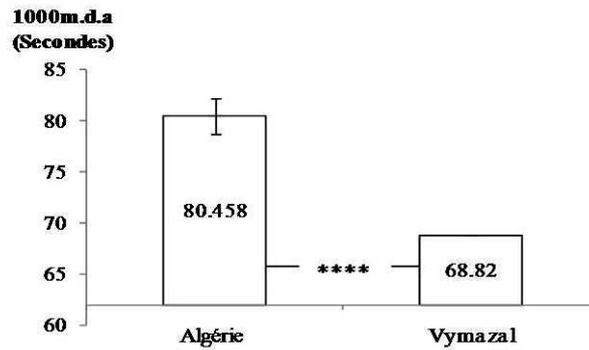


Figure 7 : Représentation comparative de la performance au 1000m départ arrêté
**** : écart significatif à $p < 0,001$.

L'analyse des corrélations entre les paramètres physiologiques a montré une corrélation significative et négative entre le kilomètre exprimé en mètres/secondes et la capacité anaérobie lactique ($p < 0,05$), et une corrélation significative et positive entre la puissance

anaérobie alactique relative et le 300 mètres départ arrêté exprimé en secondes ($p < 0,05$), alors qu'en réalité c'est l'inverse qui devrait avoir lieu. D'autre part aucune relation n'a été trouvée entre les autres paramètres (fig. 8).

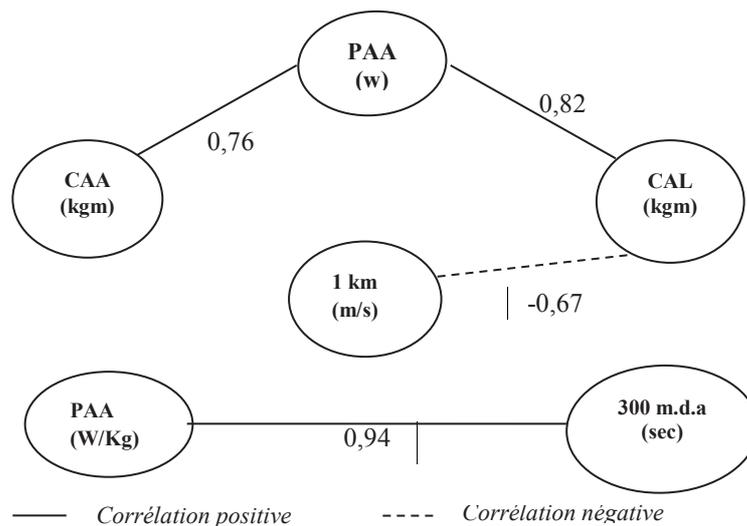


Figure 8 : Diagramme de corrélations entre les paramètres physiologiques

3. Discussion

La faiblesse de $\dot{V}O_2$ max de nos sujets peut s'expliquer par la différence entre le protocole de mesure utilisé dans chaque étude, sachant que nous avons opté pour l'épreuve sous-maximale (PWC 170) et que la majorité des études avec lesquelles nous avons réalisé notre comparaison, ont opté pour la mesure directe (épreuve maximale). Par conséquent, l'utilisation des efforts sous-maximaux afin de prédire $\dot{V}O_2$ max, sous-estime $\dot{V}O_2$ max de 5% $\dot{V}O_2$ max directe chez les 10 à 19ans (Vidalin et al., 1988).

La masse musculaire revêt une grande importance dans l'augmentation de $\dot{V}O_2$ max (Dekkar et al., 1990). La réduction de la masse musculaire de nos sujets pourrait expliquer la faiblesse de leur $\dot{V}O_2$ max. D'autre

part, on relie le déficit de nos athlètes en $\dot{V}O_2$ max à l'insuffisance d'entraînement en volume (Kouassi et Handschuh, 1990).

Afin de mettre nos sujets aux mêmes pieds d'égalité, nous avons procédé à une majoration de 5% (Vidalin et al., 1988). Cette opération a montré l'inexistence de différence avec toutes les valeurs référentielles. Cela explique que la $\dot{V}O_2$ max élevée n'est pas une garantie de performance mais constitue un facteur essentiel de la réussite (Mayer, 1988), en effet la qualité d'un cycliste bien entraîné est de pouvoir exploiter un pourcentage très important de sa $\dot{V}O_2$ max, sans pour autant provoquer une acidose musculaire élevée, i.e., à une concentration d'acide lactique supérieure à 4 mmol/l (Weineck, 2001).

La puissance des membres inférieurs est considérée comme un facteur important de la performance en cyclisme (prologue, vitesse, kilomètre, manœuvres tactiques sur route tels que l'attaque, le contre, la contre-attaque et le sprint). En effet, ce paramètre musculaire renseigne sur les qualités explosives. Les valeurs enregistrées par nos athlètes ($14,59 \pm 1,58$ W. Kg⁻¹), sont inférieures à celle décrites par Vandewalle et al. (1987) pour le groupe composé des pistards ($16,80 \pm 1,23$ W. Kg⁻¹), d'autre part, nos valeurs sont superposables à celles du groupe composé, conjointement, de pistards et de routiers ($14,15 \pm 1,45$ W. Kg⁻¹). Cependant, il est à préciser que, la majorité des études qui ont exploré la puissance maximale anaérobie, elles ont choisi comme test, le test force-vitesse (Nadeau et al., 1983; Pérès et al., 1981; Sargent et al., 1981; Vandewalle et al., 1983). Dans notre étude nous avons opté pour le test de Katch (1974).

La différence en faveur des valeurs référentielles de Vymazal (1988) en comparaison des performances réalisées sur trois épreuves (100 mètres départ lancé, 300 mètres départ arrêté et le 1000 mètres départ arrêté) pourrait être attribuée à la composition du groupe des athlètes tchèques, probablement constitué de pistards. Cependant, notre groupe est composé d'athlètes pratiquant la piste occasionnellement. Ainsi, on pourrait expliquer ce déficit par l'absence du travail de puissance des filières énergétiques au niveau des clubs, c'est-à-dire un travail qualitatif alliant force et vitesse, supérieure ou égale à celle de compétition (Mayer, 1988). Aussi, la faiblesse au niveau de la masse musculaire de nos sujets, expliquerait-elle également la différence flagrante en faveur des tchèques. L'absence des compétitions sur piste (la vitesse, le kilomètre, vitesse olympique, course aux points etc.), l'absence des critères et l'insuffisance du nombre de courses sur circuits vallonnés, pourront également expliquer cette faiblesse.

L'inexistence de corrélation logique entre ces variables pourrait être expliquée par les différences de l'importance et de la motivation interindividuelles des athlètes à l'égard de ces épreuves. Par ailleurs, les variations du vent, en vitesse et en direction, et de la densité de l'air qui ont pu survenir, auraient pu influencer les résultats (Di Prampero et al., 1979). Finalement, le facteur de la stratégie (répartition de l'effort par rapport à la durée de l'effort) lors d'un contre la montre (Willberg et Pratt, 1988) adopté par chacun, serait une hypothèse explicative de ces résultats. En outre, sachant que les variables, puissance anaérobie alactique, la capacité anaérobie alactique et la capacité anaérobie lactique sont les résultats du même test (test de Katch) et dépendant de paramètres

communs, la relation positive entre ces trois variables nous paraît évidente.

Conclusion

La consommation maximale d'oxygène des cyclistes algériens est semblable à celle rapportée dans d'autres études, l'insuffisance du niveau de performance des algériens devrait s'expliquer autrement. Dans ce sens, une exploration du seuil anaérobie, des méthodes d'entraînement de la force et des indices annuels de la charge (volume et intensité) devraient s'effectuer dans d'autres études. La recherche de l'adéquation entre les tests de terrain et les tests de laboratoire dont l'objectif est de vérifier si ces tests évaluent les mêmes filières, nécessite un matériel sophistiqué afin de mettre les sujets, au laboratoire, dans des situations similaires à celle du terrain. Une exploration plus poussée de la question, en adaptant le matériel utilisé aux particularités du mouvement du cycliste fera l'objet de nos investigations futures.

Références

- Brooks, G. A., & Fahey, T. D. (1984). *Exercise Physiology: Human Bioenergetics*. New York: 1st edition Macmillan
- Carter, J.E.L. (1982). Physical structure of Olympic athletes' Part 1. The Montreal Olympic Games Anthropological Project. *Medicine and Sport*, 16, Basel : S. Karger.
- Dekkar, N., Brikci, A., & Hanifi, R. (1990). *Techniques d'évaluation physiologique des athlètes*. Alger : Comité Olympique Algérien.
- Di Prampero, P. E., Cortili, G., Mognoni, P., & Saibene, F. (1979). Equation of motion of a cyclist. *Journal of Applied Physiology*, 47(1), 201-206.
- Fletcher, D., & Mchoughton, L. (1987). Three methods of assessing per cent body fat in elite cyclists. *Journal of Sports Medicine*, 27, 211-216.
- Foley, J. P., Bird, S. R., & White, J. A. (1989). Anthropometric comparison of cyclists from different events. *British journal of sports Medicine*, 23(1), 30-33.
- Fraisse, F., Desnus, B., Handschuh, R., Jousselein, E., Strady, M., & Thomaidis, M. (1990). La consommation maximale d'oxygène des sportifs de haut niveau de moins de 20 ans. *Science et Sports*, 6, 25-35.
- Grappe, F. (2005). *Cyclisme et optimisation de la performance*. Bruxelles: De Boeck.
- Hagberg, J. M., Giese, M. D., & Schneider, R. B. (1978). Comparison of three procedures for measuring

- $\dot{V}O_2$ max in competitive cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, 39, 47-53.
- Hug, F., Bendahan, D., Savin, B., Cozzone, P., & Grélot, L. (2003). Caractéristiques physiques et physiologiques des cyclistes professionnels. *Science and Sports*, 18, 212-215.
- Katch, V.L. (1974). Body Weight, Leg Volum, Leg Weight and leg density as determiner of short duration work performance on the bicycle ergometer. *Medicine Science and Sports*, 6, 267-270.
- Kouassi, B., & Handschuh, R. (1990). Caractéristiques physiologiques des cyclistes de haut-niveau. *Science et Sports*, 5, 129-136
- Léger, L., & Lambert, J. (1982). A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO_2 max. *European Journal of Applied Physiology*, 49, 1-1.
- Lopategui, E. B. A., Peres, H. R., Smith, K. T., & Otto, M. R. (1986). The anaerobic threshold of elite and novice cyclists. *Journal of Sports Medicine*, 26, 25-34.
- Mallet, P. (2005). *Cyclisme Moderne. Préparation et entraînement*. Paris : Amphora.
- Mayer, J. F. (1988). *Cyclisme : Entraînement et pédagogie*. Paris : Vigot.
- Nadeau, M., Cuerrier, J.P., & Brassard, A. (1983). The bicycle ergometer for muscle power testing. *Canadian Journal of Applied Sports Science*, 8, 41- 46.
- Pérès, G., Vandewalle, H., & Monod, H. (1981). Comparaison de trois méthodes de mesure de la puissance maximale anaérobie alactique des membres inférieurs. In *Congrès National des Sciences et Médecine du Sport*, Grenoble.
- Riaza, L. M., Hoyos, D. F., & Lopez, V. F. (1993). Estudio cineatropométrico en 58 ciclistas de competición. *Archivos de medicina de deporte*, 38, 121-125.
- Ricci, J., & Léger, L. A. (1983). VO_2 max of cyclists from treadmill, bicycle ergometer and velodrome tests. *European Journal of Applied Physiology*, 50, 283-289.
- Sargent, A. J., Hoinville, E., & Young, A. (1981). Maximum leg force and power output during short-term dynamic exercise. *Journal of Applied Physiology*, 51, 1175-1182.
- Tsunawaka, N., Tahara, Y., Yukawa, K., & Senju, H. (1993). Body composition, VO_2 max and O_2 debt max in elite senior high school male cyclists. *Annals of Physiology and anthropology*, 12(6), 351-362.
- Vandewalle, H., Pérès, G., & Monod, H. (1983). Relation force vitesse lors d'exercices cycliques réalisés avec les membres supérieurs. *Motricité humaine*, 2, 22-25.
- Vandewalle, H., Peres, G., Heller, J., Panel, J., & Monod, H. (1987). Force-velocity relationship and maximal power on a cycle ergometer, Correlation with the height of a vertical jump. *European Journal of Applied Physiology*, 56, 650-656
- Vidalin, H., Fellmann, N., Leymonie, R., Bedu, M., Michel, J., Fanget, M. & Coudert, J. (1988). Consommation maximale d'oxygène directe et indirecte. Fréquence cardiaque maximale réelle et théorique. *Science & Sports*, 4 (1), 71-77.
- Vymazal, A. (1988). Untersuchungen zur langfristigen Entwicklung der internationalen leistungen in den Radsport disziplinen (CSSR).
- Weineck, J. (2001). *Manuel d'entraînement*. Paris : Vigot.
- Willberg, R. B., & Pratt, J. (1988). Observation sur les profils de course des cyclistes dans les épreuves de la poursuite et du kilomètre. *Canadian Journal of Sports Sciences*, 4, 208-213.