

## **Effets de la modalité de déplacement en fauteuil roulant sur la performance et les réponses physiologiques au cours d'un test de terrain chez des handi-basketeurs**

*Thierry Weissland<sup>1</sup>, Arnaud Faupin<sup>2,3</sup>, Benoit Borel<sup>4</sup> & Pierre-Marie Leprêtre<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Laboratoire des « Adaptations Physiologiques à l'Exercice et Réadaptation à l'Effort » (EA 3300), UFR STAPS, Université Picardie Jules Verne.

<sup>2</sup> Laboratoire « Motricité Humaine Education Sport Santé » (EA 6312), UFR STAPS, Université de Toulon.

<sup>3</sup> Laboratoire « Motricité Humaine Education Sport Santé » (EA 6312), UFR STAPS, Université de Nice Sophia Antipolis.

<sup>4</sup> Laboratoire Handicap Autonomie Vieillesse Activité Environnement (EA6310 - HAVAE), Département STAPS, Université de Limoges.  
thierry.weissland@u-picardie.fr

### **Introduction**

L'évaluation de la condition physique des sportifs (ou des usagers) en fauteuil roulant à partir de tests de terrain intégrant le sujet avec son fauteuil donne des indicateurs sur les qualités physiques développées. L'habilité à manœuvrer le fauteuil pourrait représenter un facteur limitant pour atteindre la consommation maximale d'oxygène au cours d'une épreuve progressive (Goosey-Tolfrey, 2008). A partir d'un protocole continu d'incrémentations de la vitesse de déplacement, l'étude a mesuré l'incidence de la maniabilité du fauteuil roulant au cours de 2 modes de déplacement sur les performances, les réponses cardio-respiratoires, la lactatémie et la perception de l'effort chez des joueurs d'handibasket. Le but de l'étude est de comparer les résultats obtenus avec un déplacement octogonal (multi-field test de Vanderthommen et al., 2002) (MFT) et une adaptation de ce test (MFT-8) qui impose aux sujets de décrire un huit.

### **Méthodes**

Seize handibasketteurs avec une pratique de  $6,6 \pm 2,3$  ans de club, de classification moyenne de  $2,9 \pm 1,2$  points (classification internationale) ont effectué les tests en ordre aléatoire à 48h d'intervalles. Pour les deux tests, la vitesse du premier palier a été fixée à  $6\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  et augmentée toutes les minutes de  $+0,37\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Le test est interrompu lorsque le sujet n'arrivait plus, malgré les encouragements, à tenir la vitesse imposée par les bips sonores. Le test MFT a demandé aux sujets de tourner en sens unique autour d'un octogone ( $15\text{m}\times 15\text{m}$ ) alors que, composé de 2 octogones distant de 2 m, le MFT-8 imposait de réaliser un 8. Les performances (vitesse obtenue à la fin du test), la consommation d'oxygène ( $\text{VO}_{2\text{pic}}$ ), la ventilation expirée ( $\text{VE}_{\text{pic}}$ ), la fréquence cardiaque pic ( $\text{FC}_{\text{pic}}$ ), le lactate musculaire pic et relatif (pic - repos) et l'effort perçu ont été mesurés. Le calcul théorique de  $\text{VO}_2$  a été aussi effectué à partir de l'équation de Vanderthommen et al. (2002) ( $\text{PeakVO}_2 = 18.03 + 0.78 \text{ MFT-score}$ ). Après une étude de la distribution des données enregistrées (Shapiro-Wilks), le test apparié de Student a comparé les réponses obtenues à MFT et MFT-8. Des corrélations (Pearson) entre les scores de fin de test, le  $\text{VE}_{\text{pic}}$  et  $\text{VO}_{2\text{pic}}$  et les modalités ont été calculées. Le seuil de significativité de  $P < 0,05$  a été retenu.

### **Résultats**

MFT-8 induit des valeurs de  $\text{VO}_{2\text{pic}}$  et  $\text{VE}_{\text{pic}}$  supérieures à MFT ( $\text{VO}_{2\text{pic}}$ :  $2,5 \pm 0,6$  vs.  $2,3 \pm 0,6 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$  et  $\text{VE}_{\text{pic}}$ :  $96,3 \pm 29,1$  vs.  $86,6 \pm 23,4 \text{ L}\cdot\text{min}^{-1}$ ;  $\square < 0,05$ ) sans modifier significativement les autres paramètres. Des corrélations significatives entre  $\text{VE}_{\text{pic}}$  et le score de fin de test ont été obtenues pour MFT ( $r=0,54$ ,  $R^2=0,287$ ,  $P=0,03$ ) et MFT-8 ( $r=0,52$ ,  $R^2=0,269$ ,  $P=0,04$ ). Aucune différence significative n'a été trouvée entre  $\text{peakVO}_2$  calculé avec la régression de Vanderthommen et al. (2002) et celui mesuré à MFT.

## **Discussion**

Les vitesses obtenues en fin de test, les valeurs pics de VO<sub>2</sub> et de lactates sanguins post-exercice sont supérieures à celles de Vanderthommen et al. (2002) alors que les valeurs pics de FC sont similaires. Ces différences peuvent s'expliquer par le niveau d'expertise de nos sujets entraînés comparativement à ceux de l'étude de référence. L'absence de différence entre les VO<sub>2</sub> calculées avec la régression de Vanderthommen et al. (2002) et celles mesurées montre que l'équation de référence n'est pas sensible aux caractéristiques du niveau d'entraînement de la population testée. Chez des sujets expérimentés et agiles avec le fauteuil roulant, MFT-8 n'a eu aucun effet sur les performances du test, mais génère des réponses physiologiques plus élevées que MFT. La modalité MFT ne permet pas d'atteindre des valeurs maximales de VO<sub>2</sub> et de VE. En situation écologique, le déplacement du sujet dans son fauteuil lors des changements de direction serait à prendre en compte et pourrait avoir une incidence sur le couplage respiration-propulsion (Fabre et al., 2006).

## **Conclusion**

Comparativement à un déplacement de forme octogonale, la modalité associant des virages alternés en 8 n'altère pas la performance de sujets expérimentés en fauteuil roulant mais engendre des contraintes de ventilation et de consommation d'oxygène supplémentaires. La modalité MFT-8 sollicite plus le métabolisme aérobie que la modalité MFT. L'hétérogénéité des pathologies des sujets et le niveau variable de fonctionnalité (classification de handicap) rencontrés dans cette étude demanderaient d'étendre le nombre de sujets.

## **Références**

- Fabre, N., Perrey, S., Arbez, L., Ruiz, J., Tordi, N., & Rouillon J-D. (2006). Degree of coordination between breathing and rhythmic arm movements during hand rim wheelchair propulsion. *International Journal Sports Medicine*, 27(1), 67-74.
- Goosey-Tolfrey, V., & Tolfrey, K. (2008). The multi-stage fitness test as a predictor of endurance fitness in wheelchair athletes, *Journal of Sports Sciences*, 26(5), 511–517.
- Vanderthommen, M., Francaux, M., Colinet, C., Lehance, C., Lhermerout, C., Crielaard. J-M., & Theisen D. (2002). A multistage field test of wheelchair users for evaluation of fitness and prediction of peak oxygen consumption, *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 39(6), 685–692.

## **Etude comparative de la performance, de l'indice d'endurance et de l'évolution de la lactatémie suite à des répétitions de sprint-navettes chez des basketteurs et des handi-basketteurs**

*Alexandre Leboeuf<sup>1,2</sup>, Frédéric Domon<sup>3</sup> & Thierry Weissland<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Master SIMS-APPS « Entraînement et Handisport », UFR STAPS, Université Picardie Jules Verne.

<sup>2</sup> Handisport Amiens Basket-Ball, Dury

<sup>3</sup> Amiens-Boves Métropole Basket-Ball, Amiens

<sup>4</sup> Laboratoire des « Adaptations Physiologiques à l'Exercice et Réadaptation à l'Effort » (EA 3300 - APERE), UFR STAPS, Université Picardie Jules Verne.  
alex-leboeuf@club-internet.fr

### **Introduction**

La part anaérobie est prédominante dans les phases de jeu tant en basket-ball valide qu'en handi-basket (Crisafulli et al., 2002 ; Bloxan, et al., 2001). La capacité, tout au long d'un match, à répéter des sprints à intensités maximales (ou proches) entrecoupées de périodes de récupération incomplète est essentielle (Spencer et al., 2005). Des tests physiques ont été développés dans le sport valide pour fournir des indicateurs sur les aptitudes anaérobie lactique des joueurs. A notre connaissance, aucun test spécifique pour handi-basket ne contraint les joueurs à des répétitions de changements de direction en fauteuil roulant à des intensités maximales. L'objectif de l'étude est de comparer les performances, l'indice d'endurance et de l'évolution de la lactatémie suite à des répétitions de sprint-navettes chez des basketteurs et des handibasketteurs.

### **Population**

La population étudiée est composée de 2 groupes de 8 basketteurs appariés en volume horaire de pratique (4,5 heures plus les matchs par semaine). Le groupe handi-basketteurs (HBB) d'âge moyen 31,7±11,5 ans évolue en Nationale 2, alors que les basketteurs universitaires valides (BB), âgés en moyenne de 20±2,6 ans, jouent en départemental (honneur à excellence).

### **Méthode**

Le test navette décrit par Cazorla et al., 2004 a été utilisé pour évaluer le métabolisme anaérobie lactique. Dans un couloir de 30 mètres, les sujets doivent, dans leur mode de déplacement usuel, parcourir la plus grande distance possible en 30 sec en réalisant une succession ininterrompue d'allers retours du point de départ à une ligne qui progresse tous les 5 m. La plus grande distance parcourue correspond à la distance de référence. Après une récupération complète, le sujet revient se placer au départ et enchaîne six séries de 30 sec, entrecoupées de 35 sec de récupération passive. La meilleure distance parcourue en 30sec (PMAL), la distance totale cumulée parcourue (CAL) et l'indice d'endurance (différence entre la distance maximale et minimale parcourue au cours des 6 séries, IAEL en %) sont calculés pour l'ensemble des sujets. Des micro-prélèvements sanguins [Lact<sup>-</sup>] ( $\mu$ 25L) à la pulpe du doigt ont été effectués au repos, à la fin de l'échauffement (Post Ech), après la 1<sup>ère</sup> (Nav1) et la 7<sup>ème</sup> navette, (Nav7) et 5 minutes après (5min) (LactatePro, Arkray, Inc. Kyoto, Japan). Après une étude de la distribution des données enregistrées (Shapiro-Wilks), une analyse de variance Anova à une voie a été utilisée pour comparer les données entre les deux groupes avec facteurs répétés (paramètres mesurés de lactatémie et de distance). Un test de Bonferroni post-hoc test a comparé les différences entre les moyennes des groupes. Le seuil de significativité de  $P < 0,05$  a été retenu.

### **Résultats**

Les handi-basketteurs sont plus âgés que les joueurs valides ( $P < 0,01$ ). Les performances (PMAL et CAL) sont supérieures chez les BB comparativement aux HBB ( $P < 0,05$ ) pour un indice d'endurance moyen similaire. Aucune différence significative n'est notée entre les [Lact] repos, post d'échauffement et Nav1 entre les 2 groupes mais un effet « répétition de sprint-navettes » est constaté ( $P < 0,05$ ). Les [Lact] Nav7 et 5 minutes sont significativement supérieurs chez BB. L'ensemble des résultats est reporté dans le tableau ci-dessous.

Table 1 : Valeurs moyennes  $\pm$  écart type des [Lact] (en  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ), de la meilleure distance parcourue (PMAL en m), de la distance totale parcourue (CAL en m) et de l'indice d'endurance (IEAL, en %) pour les handi-basketteurs (HBB,  $n=8$ ) et les joueurs valides (BB,  $n=8$ ) (\* différence entre HBB et BB,  $P < 0,05$  ;  $^{\text{£}}$  différence entre [Lact] Nav7 et 5min).

Groupe	Repos $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	Post Ech $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	Nav 1 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	Nav 7 $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	5min $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$	PMAL (en m)	CAL (en m)	IEAL (en %)
HBB	1,8 $\pm$ 1,4	2,6 $\pm$ 1,3	6,2 $\pm$ 3,1	13,8 $\pm$ 2,1	11,6 $\pm$ 2,1 $^{\text{£}}$	68,4 $\pm$ 7,4	377,1 $\pm$ 37,3	87,9 $\pm$ 3,5
BB	1,9 $\pm$ 0,7	2,9 $\pm$ 1,0	7,5 $\pm$ 3,1	15,3 $\pm$ 1,3*	15,0 $\pm$ 0,9*	127,5 $\pm$ 2,9*	675,2 $\pm$ 50,1*	79,7 $\pm$ 9,4

## Discussion

Les distances parcourues (meilleures ou cumulées) très inférieures chez les HBB témoignent de la problématique spécifique des pratiques en fauteuil en terme d'inertie à la relance lors des changements de direction. Ces actions réduisent significativement les vitesses de déplacements sans impact significatif sur l'indice d'endurance ( $P > 0,05$ ). L'IEAL pourrait être un paramètre de comparaison entre les deux populations. La part anaérobie lactique du test est effective compte-tenu des valeurs de lactatémie très élevées obtenues pour les deux groupes. Les valeurs de [Lact] pics inférieures des HBB sont le reflet des faibles masses musculaires des membres supérieurs mises en jeu par la propulsion du fauteuil roulant comparativement à celles de l'ensemble de la musculature recrutée à la course chez les BB. De plus, les 5 minutes de récupération passive ne permettent aux BB de consommer une partie du lactate musculaire sanguin produit comparativement au HBB (13,8  $\pm$  2,1 vs. 11,6  $\pm$  2,1  $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

## Conclusion

Le test de sprint-navettes de Cazorla et al., 2004 permet d'évaluer le métabolisme anaérobie lactique des handi-basketteurs ainsi que l'aptitude à manœuvrer le fauteuil roulant dans les changements de direction. L'inertie du fauteuil roulant limite les performances maximales et cumulées des handi-basketteurs qui ne sont pas comparables avec des joueurs valides. Par-contre, l'indice d'endurance pourrait être utilisé pour comparer ces deux populations.

## Références

- Bloxan, L.A., Bell, G.J., Bhambhani, Y., & Steadward, R.D. (2001). Time motion analysis and physiological profile of canadian world cup wheelchair basketball players. *Sports Medicine Training and Rehabilitation*, 10(3), 183-198.
- Cazorla, G., Boussaidi, M., & Godemet, M. (2004). *Evaluation du rugbyman sur le terrain, Pathologie du rugbyman, épaule, genou, rachis, physiologie*. Acte du Congrès médical de la Fédération française de rugby, 435-456. Lyon, France.
- Crisafulli, A., Melis, F., Tocco, F., Laconi, P., Lai, C. & Concu, A. (2002) External mechanical work versus oxidative energy consumption ratio during a basketball field test. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(2) 409-417.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med*, 35, 1025-1044.

## Cardiorespiratory responses of trained cerebral palsy cyclist during exhaustive severe event: a case study

*Pierre-Marie Leprêtre and Thierry Weissland*

Laboratoire des « Adaptations Physiologiques à l'Exercice et Réadaptation à l'Effort », EA-3300, UFR-STAPS, Université Picardie Jules Verne, France.

### Introduction

de Groot et al. (2012) reported a lower strength but similar maximal oxygen uptake ( $\text{VO}_2$ ) and the associated power ( $\text{pVO}_{2\text{peak}}$ ) in untrained adults with cerebral palsy (CP) compared to healthy counterparts. Ludberg (1978) also attributed the poor mechanical performance in CP to the extra  $\text{O}_2$  cost required for muscle changes during cycling exercise and fatigue to reduced  $\text{VO}_2$  (Bar-Or 1986). Muscle strength and  $\text{O}_2$  delivery may be limiting factors in CP for exercise. In fact, CP presented important fluctuations of breathing pattern, with tidal volume accounting for most of the variability in healthy adults (Potter & Unnithan, 2005). The aim of this study was to determine the ability of trained subject with CP to attain and maintain a high  $\text{VO}_2$  value during exhaustive constant cycling event.

### Method

On separated days, a French para-cycling team member with CP performed on cyclus2 ergometer (RBM, Germany): 1) an incremental test (GCT) to determine maximal values of  $\text{VO}_2$ , cardiac output (CO), heart rate (HR) and  $\text{pVO}_{2\text{peak}}$ ; 2) a time to exhaustion at  $\text{pVO}_{2\text{peak}}$  ( $t_{\text{lim}}$ ) after 30-min warm-up. Breath frequency, tidal volume and  $\text{VO}_2$  values were continuously measured by gas exchange analyzer (K4b<sup>2</sup>, Cosmed, Italia), and cardiac parameters by impedance (Physioflow, Manatec, France). Modeling data (time constant, i.e.  $\tau_1$ ) and oxygen deficit ( $\text{DO}_2$ ) were calculated according to Demarle et al. (2001).

### Result

Maximal values of  $\text{VO}_2$ , CO and HR measured during  $t_{\text{lim}}$  (6min05) corresponded to 59.1% (35.6 vs. 60.2  $\text{mLO}_2 \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ), 93.3% (21.9 vs. 23.5  $\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$ ) and 100% (210 vs. 209 bpm) of the peak GCT values. Figure 1A, 1B, 1C and 1D presented the best fit over time of cardiorespiratory variables during  $T_{\text{lim}}$ . The low  $\text{VO}_2$  response was explained rather than a weak value of tidal volume ( $t_{\text{lim}}$ : 0.92 vs. GCT: 1.68L), which rose continuously during  $t_{\text{lim}}$ , rather than breath frequency ( $t_{\text{lim}}$ : 81.6 vs. GCT: 72.2  $\text{breath} \cdot \text{min}^{-1}$ ). After an abrupt increase, breath frequency dropped until exhaustion. Other cardio-respiratory responses to  $t_{\text{lim}}$  were fitted to a mono-exponential model.  $\tau_1\text{HR}$  was shorter than  $\tau_1\text{VO}_2$ , which was greater than  $\tau_1\text{CO}$ .  $\text{DO}_2$  was equal to 4.77  $\text{LO}_2$ .

### Discussion

In trained CP,  $t_{\text{lim}}$  was similar to data previously reported in trained healthy subjects, which contrasted to premature fatigue in untrained CP attributed in the weakness of endurance muscle strength (de Groot et al. 2012) or a high  $\text{O}_2$  cost of locomotion (Ludberg 1978). Studying the responses over time of cardiorespiratory parameters during the transition from rest to maximal cycling exercise performed until exhaustion provides important information about the limiting factors of  $\text{O}_2$  delivery, the ability of skeletal muscles of the locomotion to utilize  $\text{O}_2$  and the anaerobic contribution to exercise. Previously, Potter and Unnithan (2005) showed that the  $\text{VO}_2$  amplitudes of children with CP are commonly small. They explained their observation by the reduced maximal aerobic capacity and the lack of  $\text{O}_2$ -consuming skeletal muscle in untrained CP subjects. In addition, they reported a large noise magnitude in breathing patterns during non-habitual activity (Potter & Unnithan, 2005). The present study focused on the cardiorespiratory responses of a trained cyclist with cerebral palsy. Our trained subject presented a similar breathing noise compared to trained able-bodied counterparts. Although a rapid increase at the onset of  $T_{\text{lim}}$ ,

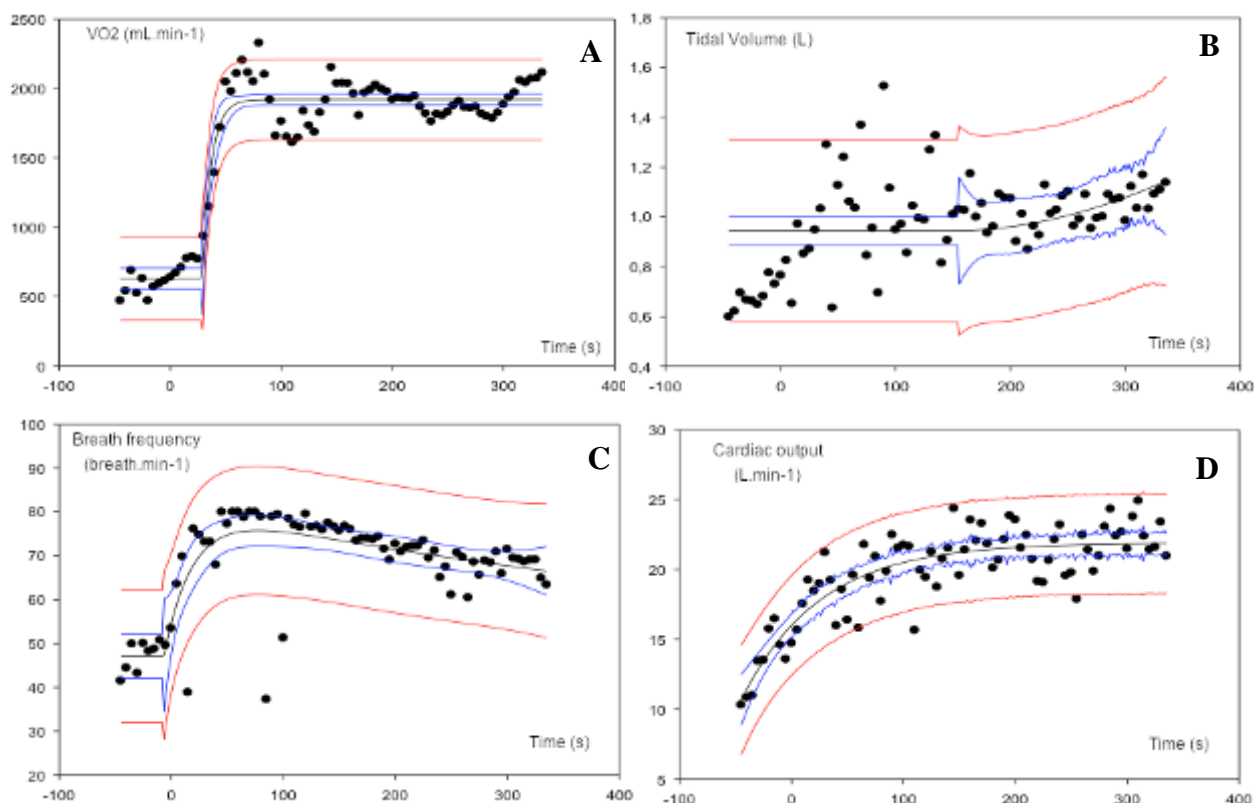


Figure 1. Modeling of  $\text{VO}_2$  (A), tidal volume (B), breath frequency (C) and cardiac output (D) data during time to exhaustion at the power associated at the maximal oxygen uptake value.

Breath frequency continuously decreased until exhaustion. In contrast, tidal volume value rose over time but it remained lower compared to its maximal value measured during the incremental test. Potter and Unnithan (2005) reported that untrained CP exhibit a reduced respiratory efficiency during exercise, with a higher ventilatory equivalent for  $\text{O}_2$  during submaximal and maximal exercise compared to control. Spasticity in the respiratory muscles may interfere with the breathing pattern of CP children, which could explain a longer  $\tau_1 \text{VO}_2$  than  $\tau_1 \text{HR}$  in our trained CP cyclist. Ventilation rather than CO also explained the low value of  $\text{VO}_2$  during sustained severe exercise with regard to GCT. Respiratory muscle fatigue induced by warm-up and competitive limb muscle recruitment at the onset of strenuous exercise could explain  $\text{VO}_2$  responses.

## Reference

- Bar-Or, O. (1986). Pathophysiological factors which limit the exercise capacity of the sick child. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18(3), 276-82.
- de Groot, S., Dallmeijer, A. J., Bessems, P.J., Lamberts, M. L., van der Woude, L.H., Janssen, T. W. (2012). Comparison of muscle strength, sprint power and aerobic capacity in adults with and without cerebral palsy. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 44(11), 932-8.
- Demarle, A. P., Slawinski, J. J., Laffite, L. P., Bocquet, V.G., Koralsztejn, JP., Billat, V. L. (2001). Decrease of  $\text{O}_2$  deficit is a potential factor in increased time to exhaustion after specific endurance training. *Journal of Applied Physiology*, 90(3), 947-53.
- Lundberg, A. (1978). Maximal aerobic capacity of young people with spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 20(2), 205-10.
- Potter, C. R. & Unnithan, V. B. (2005). Interpretation and implementation of oxygen uptake kinetics studies in children with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 47(5), 353-7.