

Monograph

# Determinación del Umbral de Lactato en Taekwondo a través de Tests Específicos

G R. Da Mota<sup>1</sup>, C G. Magalhães<sup>2</sup>, Paulo H.S.M Azevedo<sup>3</sup>, B N. Ide<sup>4</sup>, C R. Lopes<sup>4</sup>, E Castardeli<sup>5</sup>, Neto Barbosa<sup>1</sup>, M Marocolo Junior<sup>1</sup> y Vilmar Baldissera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Sport Sciences, Federal University of Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, Brasil.

<sup>2</sup>Department of Exercise Physiology, Federal University of São Carlos, São Carlos, SP, Brasil.

<sup>3</sup>Department of Physical Education, Federal University of São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>4</sup>Department of Biology, State University of Campinas, Campinas, SP, Brasil.

<sup>5</sup>Department of Sports, Federal University of Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil.

## RESUMEN

El propósito de este estudio fue verificar la posibilidad de determinar la intensidad del umbral del lactato (LT) de dos tests específicos de taekwondo (TKD) y compararlos entre ellos. Diez competidores de TDK de sexo masculino (edad  $23,3 \pm 9,8$  años, masa corporal  $70,2 \pm 9$  kg y talla  $1,74 \pm 7,7$  m) realizaron un test incremental (IT) y un test de lactato mínimo (LMT), utilizando en ambos casos la patada media luna (*bandal chagui*) y realizados en días diferentes. En ambos tests, el LT se determinó por inspección visual. El test incremental (IT) consistió en etapas de 2 min cada una, empezando con 15 patadas·min<sup>-1</sup> (incrementos de 15 patadas·min<sup>-1</sup>) hasta el agotamiento. Luego de cada etapa se realizó la extracción de sangre para analizar la concentración de lactato. El protocolo de LMT era igual al protocolo IT, pero comenzaba después de una hiperlactatemia. No se observaron diferencias en la cantidad de patadas en LT ( $P > 0,05$ ) entre los tests (IT con  $60 \pm 17,3$  patadas·min<sup>-1</sup> versus LMT con  $71,2 \pm 10,6$  patadas·min<sup>-1</sup>). Además, se observó una buena concordancia entre IT y LMT. Por consiguiente, los datos indican que es posible identificar el LT en pruebas específicas de TKD, sin diferencias en la intensidad en el LT entre IT y LMT.

**Palabras Clave:** artes marciales, ácido láctico, lucha

## INTRODUCCION

El taekwondo (TKD) se caracteriza por las patadas rápidas, altas y con giro seguidas de ejercicio de máxima intensidad alternado con períodos de baja intensidad (13). Se practica en 182 naciones (23). En general, las competencias tienen tres rondas de 2 min y 1 min de descanso. Aunque es un deporte olímpico moderno, relativamente pocos estudios han aportado bases fisiológicas para la prescripción de entrenamiento. Si bien los rendimientos en TKD dependen más de la potencia muscular (5), en algunos momentos del entrenamiento es necesario reforzar la capacidad aeróbica. Éste es el caso durante la fase de preparación general y durante la recuperación después de microciclos o competencias con cargas altas. Después de todo, la capacidad aeróbica es muy importante para mejorar la regeneración de fosfocreatina (PC) (10) y la remoción del lactato (9).

Teniendo en cuenta este punto de vista, el umbral del lactato (LT) se considera un índice fisiológico ideal para la capacidad aeróbica (14). Sin embargo, la mayoría de los protocolos que se utilizan para evaluar LT se aplican en movimientos cíclicos (es decir, carrera y ciclismo), incluso en deportes que tienen movimientos predominantemente no cíclicos. Esta práctica usual para la evaluación en todos los deportes, puede ser vista como cuestionable porque viola la especificidad del principio de entrenamiento (8).

El método de referencia para la evaluación aeróbica utilizando los parámetros de concentración de lactato ([La]) en sangre, es el test de máximo estado estable del lactato (MLSS). Pero, la determinación de MLSS es costosa y demanda mucho tiempo (16). Por lo tanto, la validez de la estimación mediante MLSS en una sola sesión evaluación ha sido el objetivo de los investigadores (20). Entre las metodologías utilizadas para predecir la intensidad de MLSS se destacan tanto el test de lactato mínimo (LMT) (19, 20) como el test incremental normal (IT). Sin embargo, según nuestros conocimientos, hasta la fecha, no se ha realizado ningún estudio sistemático con los movimientos específicos del TKD ya sea para LMT, IT o MLSS. Así, el objetivo de este estudio consistió en verificar la posibilidad de determinar la intensidad del LT en dos tests específicos (IT y LMT) para TKD y compararlos entre ellos. Planteamos la hipótesis que sería posible encontrar el LT a través de los tests específicos.

## MÉTODOS

### Sujetos y Procedimientos

Este estudio fue aceptado por el Comité de Ética local y se realizó siguiendo las normas éticas internacionales. Además, los voluntarios firmaron un formulario de consentimiento informado libre. Se reclutaron diez varones del campeonato estatal de TKD en San Pablo. Dieciséis atletas quisieron participar, pero sólo 10 cumplieron con el criterio de selección (Tabla 1). Los criterios de inclusión para la participación fueron: (1) edad entre 16 y 33 años; (2) tener 2 años como mínimo de experiencia en TKD; (3) haber participado en el campeonato estatal de TKD; (4) no consumir ningún suplemento nutricional o ayuda ergogénica potencial de cualquier tipo (esteroides anabólicos o androgénicos exógenos); (5) no fumar; (6) poseer tensión arterial normal y no ser diabético y estar familiarizado por lo menos una vez con los ejercicios antes de comenzar con el trabajo. Todos los datos se obtuvieron al principio de la temporada y los sujetos entrenaban 12 hr por semana (5 días por semana).

	Edad (años)	Peso (kg)	Talla(m)	BMI (kg·m <sup>-2</sup> )	Entrenamiento (años)
Atletas	23,3 ± 9,8	70,2 ± 9,0	1,74 ± 7,7	23,5 ± 1,8	5,2 ± 4,3

**Tabla 1.** Datos descriptivos de los sujetos (n = 10). Los datos se presentan en forma de Media ± Desviación estándar. BMI= Índice de Masa Corporal.

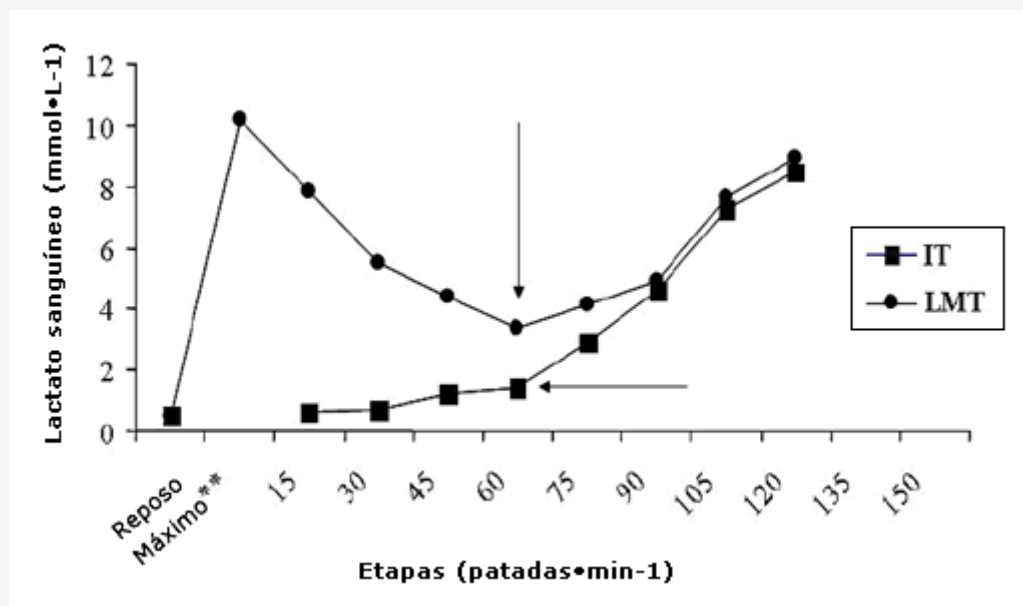
Se eligió la técnica de la patada de media luna (Bandal Chagi) porque es la más importante en las competencias (11). Para individualizar la altura de las patadas, se colocaron dos líneas blancas horizontales señalizando la ubicación permitida para que la pierna golpee en un área de impacto de un saco de boxeo (90 centímetros y 70 kg).

La determinación del LT se realizó por el método de inspección visual en la curva del lactato. Esta determinación se aplicó en ambos tests (IT y LMT) y las sesiones fueron establecidas al azar. En ambos tests, la inspección de la curva fue realizada individualmente e independientemente por dos investigadoras experimentadas. En el test IT el LT se definió como la intensidad justo antes de un aumento abrupto y sostenido en la concentración de La en relación con la carga de trabajo (22). Por otra parte, en el test LMT el LT fue considerado como la intensidad que corresponde a la menor [La] (20) (Figura 1).

Se solicitó a los participantes que acudieran al laboratorio, descansados y completamente hidratados, habiendo transcurrido por lo menos 2 horas de la ingesta de alimentos, que evitaran realizar ejercicio activo en las 48 hr previas y realizaran ayuno después de las 11 p.m. Cada participante fue evaluado en el mismo momento de la mañana (entre 9:30 y 12:00 de la mañana con 23°C de temperatura). Las pruebas se realizaron en días diferentes, con una semana de separación.

Los participantes realizaron un IT que consistió en etapas de 2 min cada una y 1 min de intervalo para efectuar el

muestreo de sangre. En la primer etapa, efectuaron el ejercicio en una intensidad de 15 patadas·min<sup>-1</sup>. Luego, la intensidad se incrementó 15 patadas·min<sup>-1</sup> por etapa. El tiempo de ejecución para cada patada se controló mediante una alarma de ritmo (*D'Accord*®). El test finalizaba en el momento en que se alcanzara el agotamiento voluntario o cuando el participante no podía mantener el ritmo. Por otro lado, el LMT se realizó después del aumento en la [La] a través de un esfuerzo máximo (1 min con la mayor cantidad de patadas posibles). Se tomó una muestra de sangre (25µl del lóbulo de la oreja) entre los 7 y 8 min de recuperación pasiva. Luego, los participantes realizaron un test similar test IT descripto. La concentración de lactato fue determinada por un métodos electroenzimático (*YSI*® 1500 Sport, EE.UU). Para medir la frecuencia cardíaca (HR) durante los test se utilizó un monitor de frecuencia cardíaca (*Polar*® Accurex, Finlandia).



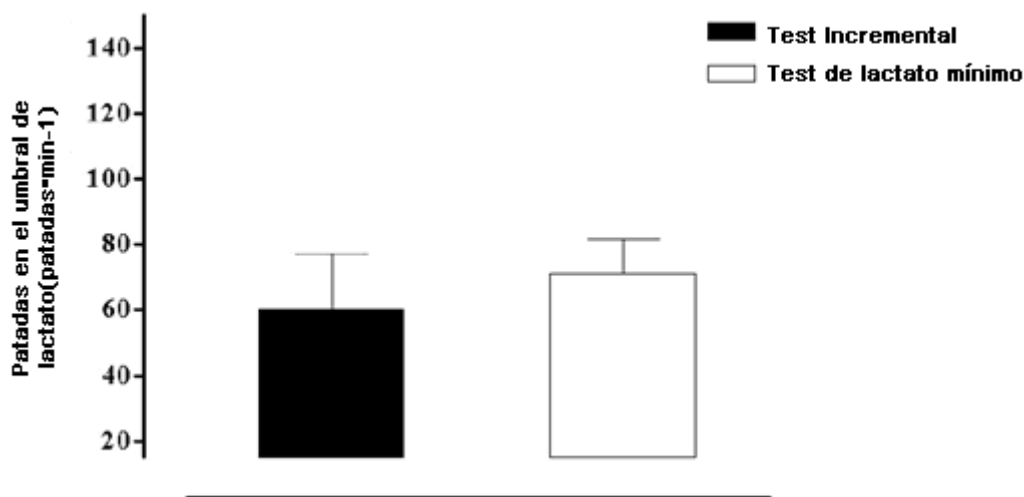
**Figura 1.** Umbral de Lactato (60 patadas·min<sup>-1</sup>) determinado por IT (test incremental) y LMT (test de lactato mínimo) para un solo participante en días diferentes. \*\*Concentración de lactato ([La]) máxima después de 7 min de recuperación pasiva de patadas de máxima intensidad realizadas durante 1 min.

## Análisis Estadísticos

Para verificar la normalidad de los datos se aplicó el test de Shapiro Wilk. Los datos que se encontraban dentro del rango normal fueron comparados mediante el test-t para muestras apareadas. Por otro lado, los datos que no estaban dentro del rango, fueron comparados con el test de Mann-Whitney. Adicionalmente, nosotros aplicamos la técnica Bland-Altman (4) para verificar los métodos de complacencia. La significancia estadística se fijó en un nivel  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS

Sólo se excluyeron dos participantes de los resultados en relación al test LMT debido a que no asistieron. No se observó ninguna diferencia significativa entre los valores de HR en LT obtenido en IT ( $165 \pm 14,0$  latidos·min<sup>-1</sup>), LMT ( $176,5 \pm 10,8$  latidos·min<sup>-1</sup>), HR<sub>max</sub> para el test IT ( $189,7 \pm 8,0$  latidos·min<sup>-1</sup>), y para el test LMT ( $190,4 \pm 12,5$  latidos·min<sup>-1</sup>). Tampoco se observaron diferencias en el número máximo de patadas entre los tests ( $102 \pm 6,3$  IT vs.  $99,4 \pm 7,8$  LMT) y entre el número de patadas en LT (Figura 2). Además, los gráficos de Bland y Altman demostraron una buena concordancia entre las patadas de IT y LMT.



**Figura 2.** Ausencia de diferencias ( $P > 0,05$ ) en el umbral del lactato determinado mediante el test incremental ( $n=10$ ) y el test de lactato mínimo ( $n=8$ ), utilizando la patada específica de taekwondo bandal chagui

## DISCUSIÓN

Nuestro hallazgo principal es que confirmamos que es posible identificar el LT en los test específicos para TKD. Además, la intensidad en el LT fue similar entre los dos protocolos utilizados. Por lo tanto, es posible aplicar cualquiera de estos protocolos para perfeccionar la evaluación y prescripción de entrenamiento de TKD. Según nuestros conocimientos, éste es el primer estudio que evalúa protocolos específicos para analizar el LT en atletas de TKD.

La determinación del LT es el método más común para evaluar la capacidad aeróbica a través de la respuesta de la [La] frente al ejercicio (18). El IT ha sido asociado con la metodología de referencia entre los protocolos de diagnóstico de la capacidad aeróbica llamada MLSS (21). Por otra parte, la intensidad obtenida de LMT puede estimar MLSS y se ha demostrado que su protocolo es válido (2). Sin embargo, los ejercicios en estos tests siempre son cíclicos. Para intentar cambiar este paradigma y considerar el principio de especificidad, se utilizó una patada específica para evaluar la [La]. El LT se alcanzó en los dos tests, por lo tanto, los tests específicos serían una posibilidad prometedora para la evaluación en TKD.

Nosotros no logramos encontrar en la bibliografía, algún estudio en el cual se midiera el LT a través de movimientos específicos en atletas competitivos de TKD. Debido a la ausencia de estudios nosotros no podemos comparar nuestros resultados directamente pero, en la misma línea con el trabajo presente, un estudio utilizó un movimiento específico del deporte, para determinar la intensidad mínima de lactato con éxito para Judo (1). A pesar de la escasez de bibliografía sobre LT en TKD, hay algunos estudios que ayudan a aclarar la fisiología de TKD durante competiciones o simulaciones. Un trabajo verificó los cambios en HR y [La] durante una competencia simulada de TKD en tres divisiones establecidas según el peso. La respuesta de HR media fue  $160 \text{ latidos} \cdot \text{min}^{-1}$  (86%  $\text{HR}_{\text{max}}$ ) y la [La] durante la competencia fue  $3,35 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ . Aunque los autores no midieron el LT (7) concluyeron que la [La] observada era cercana al mismo, probablemente debido al valor fijo de LT de  $4 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$  propuesto por otros (12). No obstante, el LT determinado por la concentración de lactato fija se estableció en pedestrismo (12). Las diferencias en el tipo de ejercicio pueden cambiar la situación para los movimientos de TKD y por lo tanto evitar tal generalización.

Nuestros valores de HR fueron similares entre los tests IT y LMT (es decir, HR en LT y  $\text{HR}_{\text{max}}$ ), lo que demuestra una buena concordancia entre los protocolos, que parecen coincidir con el 80% del  $\text{HR}_{\text{max}}$  estimado para la edad para los estudiantes que practican TKD de manera recreacional mientras realizan dos formas diferentes para principiantes (técnicas para un sólo brazo y para brazos y piernas) (17). Otros autores han informado HR entre 64,7 a 81,4% de  $\text{HR}_{\text{max}}$  (6), pero durante entrenamientos específicos para practicantes de TKD experimentados. Aunque nuestros datos no fueron recolectados en situaciones similares como simulación de competencias (7), técnicas de brazo/pierna (17), pruebas de aptitud física de boxeo (15) o entrenamiento específico (6), la HR en el LT fue aproximadamente 83% y 89% de  $\text{HR}_{\text{max}}$  en

los protocolos de IT y LMT, respectivamente. Por otra parte, durante las competencias internacionales, las respuestas de [La] aumentaron a  $7,5 \pm 1,6 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  en la primera ronda y a  $11,9 \pm 2,1 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  en la tercera ronda. La frecuencia cardíaca aumentó a  $175 \pm 15 \text{ latidos}\cdot\text{min}^{-1}$  ( $89 \pm 8\% \text{ HR}_{\text{max}}$ ) en la primera ronda y a  $187 \pm 8 \text{ latidos}\cdot\text{min}^{-1}$  ( $96 \pm 5\% \text{ HR}_{\text{max}}$ ) en la tercer ronda (5). Estos datos demuestran que el TKD de nivel internacional requiere respuestas cardiovasculares cercanas al máximo y una elevada [La]. Así, el entrenamiento debe incluir series de ejercicios que estimulen suficientemente tanto el metabolismo aeróbico como el anaeróbico y los protocolos empleados en el estudio presente son adecuados, ya que el LT aporta suficiente información sobre el metabolismo energético y la intensidad de un entrenamiento específico. Además, mientras que la recuperación de la PC depende del metabolismo aeróbico y puede aumentar al máximo por una evaluación y prescripción óptima de entrenamiento específico, nuestro trabajo original sobre el LT específico de tests de TKD se vuelve prometedor.

Respecto a la intensidad obtenida con IT y LMT, nosotros encontramos los mismos valores ya sea con patadas en el LT (Figura 2) y con patadas máximas. Este resultado demuestra que ambos protocolos son eficaces para identificar el LT. Tal evidencia es importante para evaluar y prescribir el entrenamiento para atletas, dado que ellos deben prepararse para 6 a 7 luchas en un solo día (23). Lamentablemente, nosotros no hemos encontrado ningún estudio que haya evaluado el LT en un movimiento específico para TKD para comparar nuestros datos con el mismo. Pero, por la analogía, nuestros resultados de LT relativos a la intensidad máxima eran 60% y 70% para IT y LMT, respectivamente. Este porcentaje se aproxima al porcentaje registrado para LT en los protocolos utilizados en pedestrismo (3).

## Conclusiones

Nosotros concluimos que es posible identificar el LT, tanto en el test incremental como en el test de lactato mínimo, ambos específicos para TKD, a través de la patada de media luna (*bandal chagui*) y que no hay ninguna diferencia en la intensidad de LT entre los dos protocolos propuestos. Por consiguiente, nosotros corroboramos nuestra hipótesis inicial que postulaba que es posible estimar el LT en los tests específicos para TKD.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer a José C. Lopes (Cacau) del laboratorio de Fisiología Deportiva de UFSCar.

## Dirección para Envío de Correspondencia

Gustavo Ribeiro da Mota, PhD, Department of Sport Sciences, Federal University of Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, Brazil, 38025-180. Teléfono: 55 (34) 3318-5931; correo electrónico: [grmotta@gmail.com](mailto:grmotta@gmail.com)

## REFERENCIAS

1. Bacon L, Kern M (1999). Evaluating a test protocol for predicting maximum lactate steady state. *J Sports Med Phys Fitness* 1999;39(4):300-308
2. Billat V, Sirvent P, Lepretre PM et al (2004). Training effect on performance, substrate balance and blood lactate concentration at maximal lactate steady state in master endurance-runners. *Pflugers Arch* 2004;447(6):875-883
3. Bland JM, Altman DG (1999). Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res* 1999;8(2):135-160
4. Bridge CA, Jones MA, Drust B (2009). Physiological responses and perceived exertion during international Taekwondo competition. *Int J Sports Physiol Perform* 2009;4(4):485-493
5. Bridge CA, Jones MA, Hitchen P et al (2007). Heart rate responses to Taekwondo training in experienced practitioners. *J Strength Cond Res* 2007;21(3):718-723
6. Butios S, Tasika N (2007). Changes in heart rate and blood lactate concentration as intensity parameters during simulated Taekwondo competition. *J Sports Med Phys Fitness* 2007;47(2):179-185
7. Flouris AD, Koutedakis Y, Nevill A et al (2004). Enhancing specificity in proxy-design for the assessment of bioenergetics. *J Sci Med Sport* 2004;7(2):197-204
8. Gladden LB (2004). Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. *J Physiol* 2004;558(Pt 1):5-30
9. Glaister M (2005). Multiple sprint work : physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Med* 2005;35(9):757-777
10. Ha CS, Qioi M, H., Kim BG (2009). The Kinematical Analysis of the Taekwondo Sparring Hayers Bandai Chagi in Kineinatics. *Int J App Sports Sci* 2009;21(1):115-131
11. Heck H, Mader A, Hess G et al (1985). Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med* 1985;6(3):117-130
12. Heller J, Peric T, Dlouha R et al (1998). Physiological profiles of male and female taekwon-do (ITF) black belts. *J Sports Sci* 1998;16(3):243-249

13. Heugas AM, Nummela A, Amorim MA et al (2007). Multidimensional analysis of metabolism contributions involved in running track tests. *J Sci Med Sport* 2007;10(5):280-287
14. Kravitz L, Greene L, Burkett Z et al (2003). Cardiovascular response to punching tempo. *J Strength Cond Res* 2003;17(1):104-108
15. Machado FB, Gobatto CA, Contarteze RVL et al (2005). Maximal lactate steady state in running rats. *JEPonline* 2005;8(4):29-35
16. Pieter W, Taaffe D, Heijmans J (1990). Heart rate response to taekwondo forms and technique combinations. A pilot study. *J Sports Med Phys Fitness* 1990;30(1):97-102
17. Plato PA, McNulty M, Crunk SM et al (2008). Predicting lactate threshold using ventilatory threshold. *Int J Sports Med* 2008;29(9):732-737
18. Ribeiro LF, Malachias PC, Junior PB et al (2004). Lactate and glucose minimum speeds and running performance. *J Sci Med Sport* 2004;7(1):123-127
19. Tegtbur U, Busse MW, Braumann KM (1993). Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(5):620-627
20. Van Schuylenbergh R, Vanden Eynde B, Hespel P (2004). Correlations between lactate and ventilatory thresholds and the maximal lactate steady state in elite cyclists. *Int J Sports Med* 2004;25(6):403-408
21. Wasserman K (1984). The anaerobic threshold measurement to evaluate exercise performance. *Am Rev Respir Dis* 1984;129(2 Pt 2):S35-40. *The World Taekwondo Federation. 2010. [Online] [http://www.wtf.org/site/about\\_wtf/intro.htm](http://www.wtf.org/site/about_wtf/intro.htm)*

### **Cita Original**

Da Mota GR, Magalhães CG, de Azevedo PHSM, Ide BN, Lopes CR, Castardeli E, Barbosa Neto O, Marocolo Junior M, Baldissera, V. Lactate Threshold in Taekwondo Through Specifics Tests. *JEPonline* 2011;14(3):60-66