PubliCE, (PubliCE) 2004

Monograph

Estudio de los Factores Fisiológicos y del Rendimiento en Taekwondistas de Peso Welter

Lin Zen-Pin[1] y Cynthia E Ryder[2]

[1]*Chin-Min College, Taiwan.*
[2]*United States Sports Academy.*

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue estudiar las variaciones en la frecuencia cardíaca, el consumo de oxígeno y en la concentración de lactato en sangre en taekwondistas durante el entrenamiento y la competencia. Diez taekwondistas de la División I de la universidad fueron voluntarios para la investigación. El promedio de edad de los sujetos fue de 19.5 ± 5.4 años, la talla media fue de 174.6 ± 2.8cm, el peso fue de 63.6 ± 1.4kg, la categoría de dan fue de 2.5 ± 0.5, y el período promedio de entrenamiento fue de 6.4 ± 1.0 años. La competencia fue de nivel universitario. Durante el experimento, cada sujeto pedaleo en un cicloergómetro hasta el agotamiento a una velocidad de 60rpm y una potencia de 120W que se incremento en 30W cada dos minutos. La investigación se concentró principalmente en las variaciones durante el período de reposo y durante los tres períodos de recuperación posteriores al ejercicio (5^{to}, 30^{mo}, y 60^{mo} minuto). Para medir la frecuencia cardíaca, el consumo de oxígeno, la concentración de ácido láctico y el urobilinógeno (UBO) se utilizaron un monitor inalámbrico (POLAR), un analizador de gases Vmax29, y un analizador de lactato YSI2300 y un analizador DAIICHI. Los análisis estadísticos ANOVA de una vía para mediciones repetidas y el test post hoc de Scheffe, mostraron que: (1) No hubo diferencias en las funciones cardíaca y respiratoria entre el entrenamiento y la competencia. Los sujetos no pudieron recuperarse rápidamente en los 60 minutos. (2) Hubo diferencias significativas en la concentración de lactato sanguíneo, siendo la concentración en el período de competición mayor que la de entrenamiento (7.0±1.3 vs. 6.3±1.2mmol/l, $p<0.05$). (3) No hubo diferencias en la concentración de UBO entre el entrenamiento y la competencia tanto en reposo como al minuto 60 de la recuperación. (4) Se observaron diferencias significativas en la producción de potencia, siendo mayor la del período de entrenamiento en comparación con la de competencia (232.7±14.5 vs. 226.5±14.7watt, $p<0.05$). Para recuperar el estado de reposo los taekwondistas requieren de mayor tiempo, y además es necesario que estos atletas incrementen el entrenamiento intensivo en el sistema del ácido láctico y con una mayor producción de potencia. Sería de gran ayuda y beneficio para atletas y entrenadores que estos investigaran las diferencias entre la competencia y el entrenamiento.

Palabras Clave: taekwondo, frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno, concentración de lactato

INTRODUCCION

El rápido desarrollo del entrenamiento de la fuerza y de la ciencia del deporte ha tenido un impacto significativo sobre el entrenamiento científico. Ejemplos de esto incluyen, el control del peso, no solo cubriendo los diferentes niveles de peso corporal de los atletas sino también equilibrando la habilidad física y la salud. El entrenamiento deportivo es importante

incluso para los mejores atletas. Solo cuando se realiza un control riguroso de la función cardio respiratoria, el gasto energético y la concentración de lactato en sangre, los atletas pueden mostrar su potencial y mantener el alto rendimiento. Esto es muy importante tanto para atletas como para entrenadores (Hiroyuki et al., 1999). La puesta a punto, o la habilidad del atleta de competir en el pico de rendimiento durante los principales juegos o competencias del año, también esta relacionada con el entrenamiento de la fuerza.

De acuerdo con la teoría de la periodización del entrenamiento de la fuerza, las ganancias de fuerza muscular (M*S) durante la fase de M*S deben ser transformadas en resistencia muscular (M-E) o en P durante la fase de conversión de manera que los atletas adquieran la mejor forma deportiva específica del deporte y estén equipados con las capacidades fisiológicas necesarias para un buen rendimiento durante la fase competitiva. Para mantener un buen rendimiento a través de la fase competitiva, esta base fisiológica debe ser mantenida (Bompa 1999). La determinación de las variables fisiológicas tales como el umbral anaeróbico (AT) y el consumo máximo de oxígeno (VO_2máx) por medio de tests progresivos de ejercicio, y la relevancia de estas variables para el rendimiento de resistencia, es un importante requerimiento para atletas y entrenadores (Bentley, Mcnaughton, Thompson, & Batterhan, 2001). Heller et al (1998) señaló que el Taekwondo puede no solo mejorar la resistencia cardio respiratoria sino que también mejora el espíritu de los practicantes, y es una buena forma de ejercicio y de defensa personal. Esta actividad también se clasifica como una forma de ejercicio que requiere de altos niveles de fuerza y de capacidad anaeróbica. Shin (1993) reportó que los atletas de Taekwondo de nivel internacional deben tener velocidad y potencia si es que desean competir a nivel internacional. La potencia y la capacidad anaeróbica provienen principalmente de los sistemas del ATP y glucolítico. La práctica del Taekwondo tiene un impacto positivo en la mejora de las habilidades físicas y cardio respiratorias de los individuos (Pieter et al., 1990). Heller et al (1998) halló que el consumo máximo de oxigeno de atletas de Taekwondo españoles era de 57.0ml/kg/min y el de atletas de Taekwondo de Checoslovaquia era de 53.8ml/kg/min. El consumo máximo de oxígeno en cinturones negro de taekwondo es de 44.0ml/kg/min (Drobni et al., 1995). Bompa (1995) investigó acerca del boxeo y de las artes marciales, y halló que acciones ofensivas rápidas y potentes evitan que los oponentes realicen aciones efectivas. Los componentes elásticos y reactivos de los músculos son de vital importancia para realizar acciones rápidas y potentes.

El propósito de este estudio fue investigar los cambios en la frecuencia cardíaca, el consumo de oxígeno, la concentración de lactato en sangre y en el urobilinógeno en orina durante el reposo, y luego del ejercicio a los 5, 30 y 60min de la recuperación, después de un período de 10 semanas que incluyó fases de entrenamiento y de competición.

METODOS Y PROCEDIMIENTOS DEL ESTUDIO

Selección de los Sujetos

Se reclutaron diez taekwondistas varones que participaron como voluntarios en el estudio. Las medias para la edad, talla, peso corporal, categoría y experiencia de entrenamiento de los sujetos fueron 19.3 ± 0.5 años, 174.6 ± 2.8cm, 63.6 ± 1.4kg, 2.5 ± 0.5 y 6.4 ± 1.0 años respectivamente.

Tiempo y Lugar

El estudio fue llevado a cabo en el Laboratorio de Fisiología del Deporte de la Universidad de Cultura China, Taiwan. La investigación de la fase de entrenamiento fue llevada a cabo desde el 11 al 12 de mayo del 2002. La investigación de la fase de puesta a punto fue llevada a cabo desde el 25 al 26 de mayo del 2002.

De acuerdo con el contenido del entrenamiento, completamente controlado por el entrenador, la duración del entrenamiento fue de 10 semanas, una sesión diaria a la mañana de 1.5 horas y una sesión diaria por las tardes de 2 horas. El método de investigación fue que los sujetos pedalearan en un cicloergómetro hasta el agotamiento a una tasa de 60rpm y con una carga inicial de 120W, la cual fue incrementada en 30W cada 2 minutos. Los cambios fisiológicos post ejercicio (frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno, lactato sanguíneo, y urobilinógeno en orina) fueron medidos en reposo, en la fase de entrenamiento y en la fase de competición, recolectando tres muestras en cada caso.

1. Luego de explicar los procedimientos y potenciales efectos del estudio a los sujetos, y que estos fueran entendidos, se obtuvieron las formas de consentimiento escrito. También se registró el estátus de salud general de los sujetos.
2. A los sujetos que no estuvieran de ánimo ni en buenas condiciones físicas no se les permitió realizar el test, y se programó una sesión de evaluación para otro momento.
3. Treinta minutos antes del experimento, los sujetos comenzaron a entrar en calor, y se preparó el material necesario para el experimento. Los sujetos colocaron en el cicloergómetro y comenzaron a pedalear hasta el agotamiento a una tasa de 60rpm y con una carga inicial de 120W la cual fue incrementada en 30W cada 2 minutos. Los cambios

fisiológicos (frecuencia cardíaca, consumo de oxígeno, lactato sanguíneo y urobilinógeno en orina) fueron medidos en 1. Reposo, 2. En el primer minuto post ejercicio, en la fase de recuperación. 3. Al 5to minuto post ejercicio en la fase de recuperación. 4. Al minuto 30 post ejercicio en la fase de recuperación. Al minuto 60 post ejercicio en la fase de recuperación.

4. Durante el experimento, el equipo de investigación registró la información obtenida de los instrumentos. Cuando finalizó el primer experimento, se les informó a los sujetos la fecha del siguiente experimento.
5. Instrumentos y equipo utilizado en el estudio: los siguientes instrumentos fueron utilizados en esta investigación: Analizador de Gases SENSOR MEDICS Vmax29, Analizador de Lactato YSI2300, Analizador DAIICHI 701, Monitor Telemétrico de Frecuencia Cardíaca (POLAR), Cronómetro, Higrómetro.

Manejo de los Datos

1. Todos los datos recolectados en el estudio fueron analizando tres programas: Microsoft Excel 8.0, SPSS/PC 10.0, y SPSS para Windows.
2. Las múltiples variables fueron analizadas utilizando el análisis de varianza ANOVA de una vía, y los análisis post hoc de Scheffe.
3. Las diferencias significativas fueron establecidas a un nivel $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSION

Valoración la Función Cardio Respiratoria

(1) Resultados de las mediciones de la frecuencia cardíaca. No se hallaron diferencias significativas en la frecuencia cardíaca entre los períodos de entrenamiento y de competencia (188.7±2.8 vs. 189.6±1.6 latidos/min , p>0.05) (Tabla 3) (Figura 3-1). Los resultados no mostraron sobreentrenamiento de la frecuencia cardíaca ni en el entrenamiento ni en la competición. Arja y Uustitalo (2001) reportaron que el síndrome de sobreentrenamiento es un problema serio caracterizado por una reducción del rendimiento, incremento de la fatiga, inflamación muscular persistente, disturbios en el estado de ánimo, y sensación de "agotamiento" o estancamiento. Lin y Kuo (2000) reportaron que la competencia en el Taekwon-do consiste de 3 rounds (3 min por round) y 1 min de pausa entre cada round, y que el ganador se decide por medio de puntos. Durante la lucha, la frecuencia cardíaca de los taekwondistas puede incrementarse hasta 165 latidos/min. Algunos pueden alcanzar frecuencias cardíacas de 192 latidos/min. Esto muestra que el Taekwon-do es un ejercicio de alta intensidad, el cual tienen un gran impacto sobre los sistemas circulatorio y respiratorio. En relación a este estudio, los atletas con diferentes niveles de técnica y peso corporal tienen niveles diferentes de aptitud física. Guidetti, Musulin y Baldari (2002) reportaron que la frecuencia cardíaca alcanzada por ocho boxeadores amateurs de elite fue de 195 ± 7 latidos/min. La medición de la frecuencia cardíaca es importante debido a que con frecuencia se utiliza para determinar la intensidad de la zona de entrenamiento cardiovascular. En realidad, un atleta de mayor tamaño tiende a tener menores valores de frecuencia cardíaca que el valor estimado (McArdle et al., 2001). Melhim et al (2001) hallaron que la práctica del Taekwon-do puede mejorar la función cardio respiratoria de los niños, así como también las destrezas de ataque y defensa de los practicantes; y mejorar la capacidad de auto ajuste de la salud. Los resultados muestran que la frecuencia cardíaca de reposo pre entrenamiento no tuvo diferencias significativas con la frecuencia cardíaca de reposo después del entrenamiento de la potencia aeróbica. Se observó un incremento significativo de la potencia anaeróbica y de la capacidad anaeróbica de 28% y 61.5% respectivamente. Antes y después del entrenamiento, no hubo diferencias significativas en la frecuencia cardíaca de reposo (80.0 ± 6.0 vs. 77.0 ± 9.0 latidos/min, p >0. 05) ni en el consumo máximo de oxigeno (VO_2máx.) (36.3 ± 9.2 vs. 38.2 ± 7.8 ml/kg/min, p > 0.05). Durante los 80 segundos de la competición de Taekwon-do, el VO_2máx fue de 68ml/kg/min. En el período de entrenamiento no se observaron diferencias significativas entre la frecuencia cardíaca de reposo y la frecuencia cardíaca medida a los 60 minutos post ejercicio (73.6 ± 3.7 vs. 67.6 ± 3.2 latidos/min , p > 0.05). En el período de competencia no se observaron diferencias significativas entre la frecuencia cardíaca de reposo y la frecuencia cardíaca medida a los 60min post ejercicio (72.9 ± 3.7 vs. 67.0 ± 2 .0 latidos/min , p > 0.05).

	Reposo	FCmax	post-5	p-30	p-60
Entrenamiento	67.6±3.2	188.7±2.8	121.3±7.0	84.2±3.2	73.6±3.7
Competición	67.0±2.0	189.6±1.6	115.7±13.2	80.4±5.8	72.9±3.7

Tabla 1. *Comparaciones de las frecuencias cardíacas entre el entrenamiento y la competencia, n = 10 (unidad: Latidos/min) *significa*

diferencias significativas entre el entrenamiento y la competición.

Los atletas de elite puede recuperarse rápidamente y tener una menor frecuencia cardíaca. Las frecuencias cardíacas. La frecuencia cardíaca de reposo de los atletas, antes y después del ejercicio, fue de 71, 59, 36 latidos/min, y las frecuencias cardíacas máximas fueron de 185, 183 y 174 latidos/min, respectivamente (Jack and David, 1999). Los resultados mostraron que tanto en el período de entrenamiento como en el de competición, después del ejercicio los atletas no alcanzaron los valores de reposo dentro de los 60min del período de recuperación. Tal vez los atletas requieren de mayor tiempo para mejorar la recuperación. Es importante para el entrenador y para los atletas mejorar el tiempo de recuperación debido a que estos últimos tienen que mantener el alto rendimiento para alcanzar el éxito. La prevención es todavía el mejor tratamiento, y tanto los entrenadores como los atletas pueden utilizar ciertos parámetros subjetivos y objetivos para evitar el sobre entrenamiento entre los períodos de entrenamiento y competición.

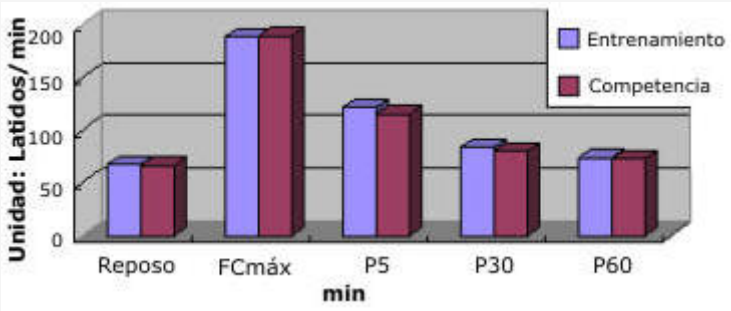


Figura 1. *Comparaciones de las frecuencias cardíacas de entrenamiento y competencia.*

(2) Resultados del VO_2máx. No se observaron diferencias en el VO_2máx entre los períodos de entrenamiento y competición (49.6 ± 3.3 vs. 50.3 ± 3.0ml/kg/min, p>0.05) (Tabla 3-2) (Figura 3-2). Drobnic (1995) reportó que los taekondistas recreativos tenían un VO_2máx promedio de aproximadamente 44.0ml/kg/min; sin embargo, los valores de VO_2máx para los atletas de elite serían significativamente mayores que los de los atletas de nivel recreacional. El Equipo Nacional de Taekwon-do de China tuvo un VO_2máx promedio de 57.57ml/kg/min. El valor promedio de VO_2máx del Equipo Nacional de Corea, la potencia dominante de este evento, fue de aproximadamente 59.56ml/kg/min (Hong, 1997). Heller et al (1998) reportaron que el VO_2máx promedio de cinturones negro del Equipo Nacional de España fue de 57.0ml/kg/min, y el del Equipo de la República Checa fue de 53.8ml/kg/min. En base a los resultados de investigaciones previas, se sugirió que los competidores, hombres y mujeres, con valores de VO_2máx de 65ml/kg/min y 55ml/kg/min respectivamente, tienen mayores oportunidades de ganar medallas olímpicas. El entrenamiento aeróbico intensivo puede mejorar las funciones fisiológicas de deportistas altamente entrenados (Cooke et al., 1997). Macdougall, Wenger y Green (1990) reportaron rangos de VO_2máx para atletas varones de nivel internacional de lucha, fútbol, basquetbol y para sujetos desentrenados. Los valores reportados fueron 50-70ml/kg/min, 50-70ml/kg/min, 40-60ml/kg/min, 38-52ml/kg/min. Guidetti, Musulin y Baldari (2002) examinaron las características fisiológicas de boxeadores de peso mediano. El valor de VO_2máx al umbral anaeróbico individual fue de aproximadamente 46.0 ± 4.2ml/kg/min y su VO_2máx fue de 57.5 ± 4.7ml/kg/min. Además, estos investigadores realizaron mediciones de la fuerza prensora y del diámetro de la muñeca, y compararon los valores con los de otros atletas de deportes de combate. En un pelea de boxeo a nivel de competición olímpica (no profesional), los boxeadores deben pelear durante un total de 11 minutos. La pelea está estructurada en rounds de 3 minutos con 1min de pausa entre cada round. Un atleta debe tener un alto umbral anaeróbico y un alto nivel de potencia aeróbico para cubrir las demandas de este deporte (Guidetti et al., 2002). Zabukovec & Tiidus (1995) investigaron las características fisiológicas de sujetos que practicaban kickboxing. Se determinó que los atletas varones profesionales de kickboxing de peso mediano (73 – 77kg) y de peso welter (63 – 67)kg, tenían capacidades aeróbicas relativamente altas (VO_2máx 54-69ml/kg/min) en comparación con los valores reportados para muchos otros atletas de deportes de combate y de deportes de potencia.

	Reposo	VO_2 máx.	post-5	p-30	p-60
Entrenamiento	3.9±0.3	49.6±3.3	20.8±1.1	5.9±0.3	4.3±0.1
Competencia	3.8±0.4	50.3±3.0	20.7±0.9	5.9±0.3	4.2±0.1

Tabla 2. *Comparaciones del consumo de oxígeno entre el entrenamiento y la competición, n=10 (unidad: ml/kg/min). * Indica diferencias significativas entre el entrenamiento y la competición.*

Los resultados mostraron menores valores de VO_2máx. que los atletas de elite. Por lo tanto, para monitorear el fenómeno de las características fisiológicas y para mejorar la eficiencia de la ciencia del deporte en el período de entrenamiento no hubo diferencias entre el VO_2máx. medido al minuto 60 post ejercicio y el registrado en reposo (4.3 ± 0.1 vs 3.9 ± 0.3ml/kg/min, $p>0.05$). En el período de competición no hubo diferencias en el VO_2máx. medido al minuto 60 post ejercicio y el reposo (4.2 ± 0.1 vs. 3.8 ± 0.4ml/kg/min, $p>0.05$). Los resultados muestran similitudes entre los valores de reposo y los medidos al minuto 60 post ejercicio tanto en el período de entrenamiento como en el período de competición, sin embargo los sujetos requieren de mayor tiempo para recuperarse.

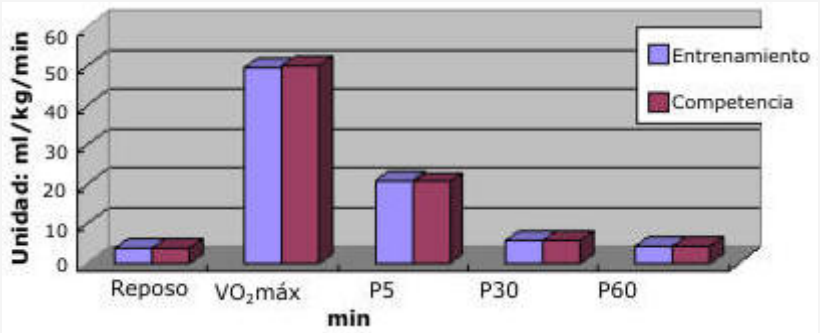


Figura 2. *Comparaciones del consumo máximo de oxígeno entre el entrenamiento y la competición.*

(3) Resultados de las mediciones del ácido láctico en sangre. Se hallaron diferencias entre el lactato sanguíneo medido en el período de competencia y el medido en el período de entrenamiento, siendo mayor el primero (7.0 ± 1.3 vs. 6.3 ± 1.2mmol/l, $p<0.05$) (Tabla 3) (Figura 3). Heller et al (1998) reportaron que en competidores varones y mujeres taekwondistas, el pico de lactato después de 143 segundos alcanzaba el mayor valor, 11.4mmol/L. El cambio en la concentración sanguínea de lactato tiene una estrecha relación con la intensidad de la competencia de TKD y con el rendimiento durante la competencia (Hultman and Sahlin, 1980). Los resultados mostraron que la reducción de la concentración de lactato en sangre sirve para mejorar el entrenamiento intensivo del atleta entre los períodos de entrenamiento y competencia. Hetzler et al (1989) señalaron que los practicantes de artes marciales sobresalientes deberían tener como características una muy buena habilidad física, gran fuerza y velocidad, lactato sanguíneo entre 1.51 y 3.23mol/100ml, y una reducción en los valores de pH sanguíneo desde 7.39 hasta 7.4mg/dl. Los atletas de TKD no solo deben tener un metabolismo anaeróbico con gran potencia explosiva, sino que también deben tener una muy buena resistencia aeróbica; por lo tanto, los atletas del TKD deben tener una muy buena habilidad anaeróbica así como también una gran capacidad del metabolismo aeróbico (Ho, 1997).

	Reposo	post-5	p-30	p-60
Entrenamiento	0.8 ± 0.0	6.3 ± 1.2	3.6 ± 1.1	1.2 ± 0.2
Competición	0.8 ± 0.0	7.0 ± 1.3 *	3.3 ± 0.7	0.9 ± 0.1

Tabla 3. *Comparaciones de la concentración de lactato entre el entrenamiento y la competencia, n = 10, (unidad: mmol/L). * Indica diferencia significativa entre el entrenamiento y la competición.*

Jack y David (1999) hallaron que la concentración de lactato en sangre en reposo era de 1.0mmol/L, 1.0mmol/L, 1.0mmol/L respectivamente para atletas ordinarios y para atletas de nivel internacional antes y despés del ejercicio, mientras que la concentración máxima de lactato fue de 7.5, 8.5 y 9.0mmol/L respectivamente

Ho, Chiang y Tsai (1998) hallaron que en los Juegos Asiáticos de 1998, 4 de los atletas de TKD del equipo de entrenamiento que participaron en las finales, tuvieron valores máximos de lactato en sangre de 6.74mmol/L, y que el BUN tendió a incrementarse gradualmente después de la competencia. A partir de estos resultados, podemos decir que aunque el tiempo de competencia en el TKD es corto, esta puede causar daños en las fibras musculares. Por lo tanto en los atletas de elite, el control de la intensidad, la función cardio respiratoria, el gasto energético y el nivel de lactato sanguíneo durante el entrenamiento, así como también el control del peso corporal y de la destreza física, permitirá que estos alcancen su potencial y mantengan el pico de rendimiento. Esto es muy importante tanto para los entrenadores como para los atletas (Hiroyuki et al., 1999)

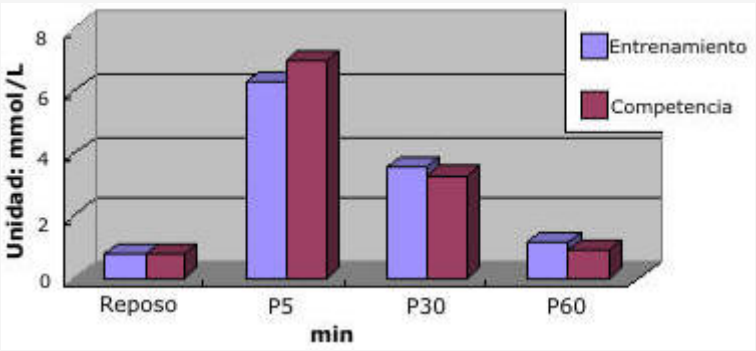


Figura 3. *Comparaciones de las concentraciones de lactato en sangre entre el entrenamiento y la competencia*

(4) Resultados del URO. No se hallaron diferencias en la concentración de URO entre los períodos de entrenamiento y competencia (92.0 ± 91.1 vs. 195.0 ± 158.4 mg/dl , p>0.05) (Tabla 4) (Figura 4). Los análisis bioquímicos evaluaciones bioquímicas de la orina pueden ser un índice útil para valorar la nutrición y la intensidad del entrenamiento (Robert and David, 1993). En el período de entrenamiento no se hallaron diferencias entre la concentración de URO medida en el minuto 60 post ejercicio y la medida en reposo (43.5 ± 35.5 vs. 25.0 ± 12.6 mg/dl , p>0.05). Cuanto mayor es el nivel de fatiga, mayores son las consecuencias negativas posteriores al entrenamiento, tales como la baja tasa de recuperación, la reducción de la coordinación, y la disminución de la producción de potencia (Bompa 1999). En relación a este estudio, probablemente 10 semanas de entrenamiento para la puesta a punto sobre exija la función física y eleve el nivel urinario de proteínas lo que derivará en un mayor tiempo de recuperación. Lin (1996) reportó que los factores que afectan el nivel de proteínas en la orina luego del ejercicio incluyen: 1. Las proteínas en orina y la función física, 2. La cantidad y la intensidad del entrenamiento, 3. La edad y el ambiente, 4. El efecto de las emociones sobre la concentración de proteínas en la orina.

	Reposo	**post-5**	**p-30**	**p-60**
Entrenamiento	15.8±10.4	92.0±91.1	105.0±126.1	36.5±37.2
Competencia	25.0±12.6	195.0±158.4	120.0±73.3	43.5±35.5

Tabla 4. *Comparaciones del nivel de URO entre el entrenamiento y la competencia, n = 10, (unidad: mg/dl). * Indica diferencias significativas entre el entrenamiento y la competencia.*

Este hallazgo puede ser una referencia objetiva para los competidores tanto en el entrenamiento como en la competencia. Es posible que nueve semanas de entrenamiento pueda incrementar el nivel de proteínas en la orina. El nivel de proteínas en la orina y la intensidad del entrenamiento tienen una estrecha relación. Los juegos competitivos y la alta intensidad del entrenamiento provocan un incremento en la excreción urinaria de proteínas. Cuanto mayor es la intensidad del entrenamiento, mayor será la concentración de proteínas en la orina.

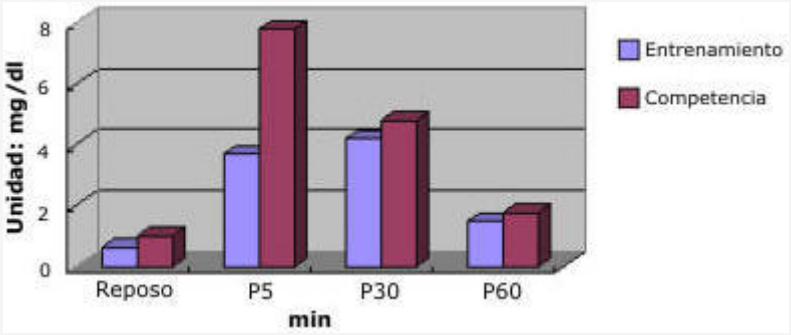


Figura 4. *Comparaciones del nivel de URO entre el entrenamiento y la competencia.*

(5) Diferencia en la PO (Producción de Potencia). Se observó que la producción de potencia fue significativamente mayor en la competición que en el período de entrenamiento (232.7±14.5 vs. 226.5±14.7watt ,p<.05) (Tabla 5) (Figura 5). Es probable que el programa de entrenamietno de 10 semanas halla promovido el incremento en la potencia muscular. Zabulovek y Tiidus (1995) investigaron a practicantes profesionales varones de kickboxing de peso mediano (73-77kg) y de peso welter (63-67kg). Los resultados mostraron la capacidad anaeróbica relativa (8.2-11.2Watt/Kg) de los practicante de kickboxing era menor que la reportada previamente para otros atletas de deportes de combate o de potencia. Hoffman y Kang (2002) investigaron la aplicabilidad de las evaluaciones en cicloergómetro para valorar la potencia anaeróbica de atletas que realizan principalmente acciones de carrera. Los picos de potencia hallados para jugadores de fútbol americano, basquetbol, luchadores y estudiantes de educación física, fueron 16.8±5.2w/kg, 21.8±5.0, 18.5±2.7, 18.8±5.6W/kg. Los picos de potencia para un grupo de mujeres jugadoras de fútbol y estudiantes de educación física fueron 15.7±4.2 y 12.9±3.0W/kg. Bompa (1999) reportó que se ha aceptado ampliamente que el entrenamiento de la fuerza es el elemento determinante en el rendimiento atlético. Por lo tanto el principal objetivo de la fase de conversión es sintetizar aquellas bases fisiológicas relevantes para el rendimiento atlético durante la fase competitiva. Los factores determinantes del éxito en la fase de conversión son la duración y los métodos específicos utilizados para transformar las ganancias de M*S en fuerza específica para el deporte. Los valores de potencia medidos por el simple producto de la fuerza aplicada y la velocidad desarrollada son inferiores a la potencia real aplicada por los sujetos ya que las fuerzas de fricción y de inercia no se tienen en cuenta (Arsac et al 1996). Por lo tanto, deben considerarse otros factores tales como las propiedades estructurales y metabólicas de los músculos de los taekwondistas. Por ello, los artistas marciales y los boxeadores deben ser capaces de reaccionar rápida y potentemente ante el ataque de un oponente. Durante un round estos utilizan tanto energía proveniente del sistema aeróbico como del sistema anaeróbico. La fuerza reactiva y la agilidad son necesarias para responder a la estrategia de los oponentes. Factores limitantes: Resistencia a la potencia P-E, potencia reactiva, M-E (resistencia muscular) de mediana o larga duración (Bompa, 1999). Los practicantes del taekwon-do deben ejercitarse para alcanzar mayores niveles de potencia incluyendo la rapidez y la velocidad. La potencia es la habilidad del sistema neuromuscular para producir la mayor fuerza posible en la menor cantidad de tiempo. La potencia es simplemente el producto de la fuerza muscular (F) por la velocidad (v) de movimiento: P = F*V, y para propósitos deportivos, cualquier incremento en la potencia debe ser el resultado de la mejora en la fuerza, la velocidad o en una combinación de las dos variables (Bompa, 1999).

	Producción de Potencia
Entrenamiento	226.5±14.7 *
Competición	232.7±14.5

Tabla 5. *Comparación de las producciones de potencia entre el entrenamiento y la competencia, n = 10 (unidad: watt); potencia promedio: AP. * Indica diferencia significativa entre el entrenamiento y la competencia.*

La ventaja del entrenamiento de la potencia a alta velocidad es que “entrena” al sistema nervioso. El incremento en el rendimiento puede basarse en los cambios neurales que ayudan a que los músculos individuales alcancen una mayor capacidad de rendimiento (Scale 1986). Esto se alcanza acortando el tiempo de reclutamiento de las unidades motoras, especialmente las de las fibras FT, así como también incrementando la tolerancia de las neuronas motoras al incremento de las frecuencias de activación (Hakkinen, 1986; Hakkinen and Komi, 1983). Por otro lado, es importante para el

entrenador y para el atleta mejorar la potencia de partida, ya que es un factor esencial y con frecuencia determinante en los deportes en donde la velocidad inicial de la acción determina el resultado final (boxeo, karate, carrera con vallas, la partida en una carrera de velocidad, o el inicio de una aceleración agresiva desde la posición de parado en los deportes de equipo. La habilidad del atleta para reclutar el mayor número posible de fibras FT para comenzar el movimiento de forma explosiva es una característica fisiológica fundamental para un rendimiento exitoso (Bompa, 1999).

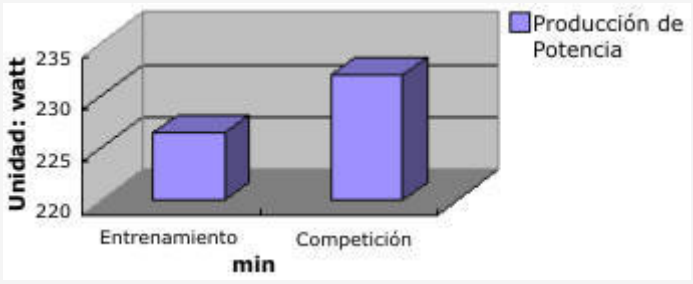


Figura 5. *Comparación de las producciones de potencia entre el entrenamiento y la competencia.*

CONCLUSION

No se hallaron diferencias en la función cardiorrespiratoria entre los períodos de entrenamiento y competencia. Los jugadores no pueden recuperarse rápidamente en sesenta minutos. Se observaron diferencias en las concentraciones de lactato, siendo mayor la de competencia en comparación con la de entrenamiento, para mejorar el entrenamiento intensivo del atleta entre los períodos de entrenamiento y competencia. No se observaron diferencias entre los períodos de entrenamiento y competencia en los niveles de URO medidos a los 60min post ejercicio y los medidos en reposo.

La producción de potencia fue mayor en el período de competencia que en el período de entrenamiento, pero menor en los atletas profesionales que en los atletas de elite. Los atletas están constantemente expuestos a varios tipos de cargas de entrenamiento, algunas de las cuales exceden su umbral de tolerancia. Cuando lo atletas se ejercitan mas allá de sus límites fisiológicos, tienen el riesgo de fatigarse crónicamente (Bompa, 1999). Por lo tanto, es necesario monitorear las características fisiológicas entre los períodos de entrenamiento y de competición. Es beneficioso tanto para el entrenador como para el atleta manejar los momentos en que se alcanza el pico de rendimiento y evitar el sobreentrenamiento. Tanto para el entrenador como para el atleta es importante que este se recupere rápidamente y mantenga un estado estable.

REFERENCIAS

1. Arja, L.T.,& Uusitalo (2001). Overtraining-Making a Difficult Diagnosis and Implementing Targeted Treatment. *The Physician and Sportmedicine,29(5),1-14*
2. Bentley, D.J., Mcnaughton, L.R., Thompson, D.,& Batterham, A.M (2001). Peak power, the lactate threshold, and time trail performance in cyclists. *Medicine Science Sport Exercise. 33(12),2077-2081*
3. Bompa, T.O (1999). Periodization training for sport. *Champaign, IL: Human Kinetics*
4. Cooke, S.R., Patersen, S.R.,& Quinney ,H.A (1997). The influence of maximal aerobic power on recovery of skeletal muscle following aerobic exercise. *European Journal of Physiology, 75, 512-519*
5. Drobnic, F., Nunez, M., Riera, J. et al (1995). Profil de condition fisica del equipo national de Taekwon-Do. *In 8th FIMS European Sports Medicine Congress. Granada, Spain*
6. Guidetti, L., Musulin, A.,& Baldari, C (2002). Physiological factors in middleweight boxing performance. *Journal Sport Medicine Physical Fitness, 42, 309-314*
7. Hakkinen, K (1986). Training and detraining adaptations in electr.. *Muscle fiber and force produc. charac. of human leg ext. muscle with sp. ref. to prol. resist. expl.type stren. trai. Stud.in Sport*
8. Hakkinen, K.,& Komi, P (1983). Electromyographic changes during strength training and detraining. *Medicine and Science in Sports and Exercise.15,455-460*
9. Heller, J., Peric, T., Dlouha, R. et al (1998). Physiological profiles of male and female taekwon-do (ITF) black belts. *Sports Science.*

16:243-9

10. Hetzler, R. K., Knowlton, R. G., Brown D. D. et al (1989). The effect of voluntary ventilation on acid-base responses to a Moo Duk Tkow form. *Research Quality for Exercise and Sports. 60:77-80*
11. Hiroyuki Imamura, Yoshitaka Yoshimura, Seiji Nishimura et al (1999). Oxygen uptake, heart rate, and blood lactate response during and following karate training. *Medicine and Science in Sport and Exercise. 31(2):342-346*
12. Ho, C.F., Chiang, J.S.,& Tsai, M.J (1998). The impact of Taekwon-Do on urine lactate, blood urine nitrogen and serum creatine kinase. *The essay collection of 1998 International Junior College Coach Conference*
13. Hong, S.L (1997). Research in physiologic biochemistry characteristics of Korean excellent TKD athletes. *Beijing: Sports University College News, 20 (1), 22-27*
14. Hong, S. L (1997). Physiological and biochemical characteristics of excellent Korean contestants of Taekwondo. *The Academic Journal of Beijing Physical Education University, 20(1), 22-29*
15. Hultman, E.,& Sahlin, K (1980). Acid-base balance during exercise. *Exercise and Medicine in Sport Science Reviews. 8,41-128*
16. Jack, H.,W.,& David, L.C (1999). Physiology of Sport and Exercise. *Champaign, IL: Human Kinetics*
17. Lin, G.Y.,& Kuo, Y.A (2000). Maximum oxygen uptake, blood lactate and serum LDH activity of Taekwon-Do athletes before and after competition. *China Sports Technology, 36 (1)*
18. Lin, W (1996). Biochemistry assessment of Sports Burden. *Guang-Dong Higher Education Publisher*
19. McArdle, W.D., Katch, F.I.,& Katch, V.L (2001). Exercise physiology: Energy, nutrition, and human performance (Fifth Edition). *Baltimore, Maryland: Lippincott Williams & Wilkins*
20. Melhim, A.F (2001). Aerobic and anaerobic power responses to the practice of taekwon-do. *British Journal of Sports Medicine. 35(4):231-234*
21. Pieter, W., Taaffe, D.,& Heijmans, J (1990). Heart rate response to Taekwon-Do forms and technique combinations. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 30:97-102*
22. Sale, D (1986). Neural adaptation in strength and power training. *Human Muscle Power. Champaign, IL: Human Kinetics*
23. Shin, J.K (1993). Train to be a champion. *World Taekwon-Do Federation Magazine.47,63-66*
24. Zabukovec, R.,& Tiidus, P.M (1995). Physiological and anthropometrical profile of elite kick boxers. *Journal of strength and conditioning research. 9(4).240-242*