

# Respuesta hormonal en yudocas. Prueba de terreno específica de velocidad-fuerza

MARÍA EVELINA ALMENARES PUJADAS<sup>a</sup>, RITA GRACIELA NICOT BALÓN<sup>a</sup> Y RONALDO VEITIA VALDIVIÉ<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Medicina del Deporte. Máster Control Médico del Entrenamiento Deportivo. Instituto de Medicina del Deporte. La Habana. Cuba.

<sup>b</sup>Cultura Física y Deportes. Equipo Nacional Femenino de Yudo. Centro de Entrenamiento Cerro Pelado. La Habana. Cuba.

## RESUMEN

**Introducción:** Algunas hormonas regulan la actividad muscular y actúan como activadoras o inhibidoras de importantes enzimas del metabolismo energético, por lo que se ha considerado de interés el estudio de 2 hormonas anabólicas y el cortisol, marcador del catabolismo durante la realización del esfuerzo. El objetivo de este estudio fue explorar si es conveniente incluir variables hormonales en el control médico del entrenamiento de los yudocas, para dirigir el entrenamiento hacia determinados objetivos en cada caso y etapa de la preparación.

**Métodos:** Se aplica una prueba específica de velocidad-fuerza a 12 yudocas de la preselección nacional femenina cubana de  $19,5 \pm 1,8$  años de edad,  $69,5 \pm 21,5$  kg de peso y con un  $22,4 \pm 7,4\%$  de grasa. Se registra la frecuencia cardíaca, así como las concentraciones sanguíneas de lactato, cortisol, hormona del crecimiento y prolactina.

**Resultados:** La frecuencia cardíaca y la concentración de lactato en sangre mostraron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) entre los valores basal y poscarga. La somatotropina aumenta significativamente ( $p \leq 0,01$ ), mientras que la prolactina sólo muestra una tendencia al incremento. El valor del cortisol disminuye de forma significativa desde  $585,2$  a  $476,8 \mu\text{mol/l}$  ( $p \leq 0,05$ ) al finalizar la prueba.

**Conclusiones:** La prueba provoca cambios en las hormonas estudiadas, por lo que es recomendable para el control médico de estas deportistas. Es necesario determinar el comportamiento de estas hormonas, según la etapa de preparación y las divisiones de peso, así como la respuesta del cortisol para cada intensidad y volumen de trabajo.

**PALABRAS CLAVE:** Yudo. Mujer deportista. Prueba de campo. Hormonas. Lactato.

## ABSTRACT

**Introduction:** Some hormones regulate muscular activity and act as activators or inhibitors of enzymes important in energy metabolism. Consequently, the study of two anabolic hormones and cortisol, a marker of catabolism during physical exertion, has been considered to be of interest. The aim of the present study was to explore the advisability of including hormonal variables in the medical monitoring of judo training in order to tailor the training to each practitioner's objectives and training stage.

**Methods:** A specific force-velocity test was applied to 12 judoists in the Cuban female national preselection (age:  $19.5 \pm 1.8$  years; weight:  $69.5 \pm 21.5$  kg; fat:  $22.4 \pm 7.4\%$ ). Heart rate and blood concentrations of lactate, growth hormone (GH), cortisol and prolactin were registered.

**Results:** Heart rate and lactate concentration showed highly significant differences ( $P \leq 0.01$ ) between baseline and post load values. Growth hormone concentration also increased significantly ( $P \leq 0.01$ ), while prolactin showed only a non-significant tendency to increase. Cortisol levels significantly decreased from  $585.2 \mu\text{mol/l}$  to  $476.8 \mu\text{mol/l}$  ( $P \leq 0.05$ ) on concluding the test.

**Conclusions:** The force-velocity test provokes a response in the hormones studied and consequently determination of these hormones can be recommended in the medical monitoring of these sportswomen. The behaviour of these hormones according to training stage and weight divisions, as well as the characteristics of cortisol response to training intensity and volume should be determined.

**KEY WORDS:** Judo. Sportswomen. Field test. Hormones. Lactate.

## INTRODUCCIÓN

El control bioquímico del entrenamiento se basa fundamentalmente en la evaluación de los cambios del metabolismo, dirigidos por la regulación neuroendocrina. Por este motivo, desde hace varios años se comenzó a estudiar el comportamiento hormonal tanto en el laboratorio, como en el terreno, para lo que se han aplicado cargas físicas consistentes en trabajos inespecíficos y específicos de diferentes deportes.

La adecuada dirección de la regulación neuroendocrina aumenta las disponibilidades de material energético, así como la síntesis de proteínas, necesaria para las estructuras celulares involucradas en el ejercicio y las enzimas que participan en las vías metabólicas implicadas en éste. Los cambios que origina la reiteración de este estímulo afectan a todas las estructuras celulares, que incrementan la capacidad de desarrollar el tono muscular y el rendimiento físico del deportista.

Con la inclusión de diferentes variables biomédicas en el control sistemático del entrenamiento deportivo, se proporciona el complemento necesario para la retroalimentación, que permite conocer cómo, cuándo y por qué dirigir la preparación de los deportistas hacia los objetivos propuestos en cada una de sus etapas. En el yudo, como deporte técnico, en el que es necesario desarrollar las capacidades motrices de forma muy específica, desde hace años se han utilizado diferentes pruebas con proyecciones de un contrario, que se han ido enriqueciendo y perfeccionando a lo largo del tiempo.

En virtud de que algunas hormonas regulan la actividad muscular y actúan como activadoras o inhibidoras de importantes enzimas del metabolismo energético, se ha considerado de interés el estudio de estas hormonas anabólicas de las más conocidas y el cortisol, como marcador del catabolismo. Para ello, se aplicó en yudocas mujeres de la preselección nacional cubana una prueba en la que se utiliza una técnica específica de esta disciplina deportiva.

## MÉTODOS

El estudio se realizó con 12 yudocas mujeres pertenecientes a la preselección nacional, competidoras en los eventos de mayor nivel internacional y ganadoras de lugares cimeros en éstos. La edad promedio  $\pm$  desviación estándar (DE) del grupo fue de  $19,5 \pm 1,8$  años, el peso, de  $69,5 \pm 21,5$  kg y la talla, de  $166,2 \pm 11,3$  cm. Poseían un  $22,4 \pm 7,4\%$  de grasa de depósito y un consumo máximo de oxígeno promedio  $\pm$  DE de  $48,9 \pm 9,3$  ml/kg/min.

Se aplicó una prueba específica de proyecciones, utilizada sistemáticamente para evaluar la velocidad-fuerza en estas deportistas, que se realizó el lunes del comienzo de la Etapa de Preparación Especial y fue la primera actividad deportiva realizada por el grupo en esa semana. El protocolo consistió en que las yudocas proyectaran de modo alterno a 2 *ukes* de su división de peso, durante un minuto, a la velocidad máxima que les fuera posible desplegar, de acuerdo con su capacidad y con su técnica preferida, que es la utilizada cada vez que se realiza este trabajo en los controles médico-pedagógicos habituales<sup>1</sup>.

Se determinó la frecuencia cardíaca central en condiciones de reposo, al final del trabajo y al tercer minuto de terminado el ejercicio. Se tomaron muestras de sangre de la vena cubital anterior, antes y después de la aplicación de las pruebas (tercer minuto), para analizar las concentraciones sanguíneas de lactato, cortisol, somatotropina (SH) y prolactina. Para el lactato se utilizó el método enzimático, con estuches Böhringer; para la prolactina y el cortisol, estuches de la casa Amersham, y para la hormona del crecimiento, reactivos de producción nacional.

Se calcularon las estadísticas descriptivas y se aplicó el test de rangos de Wilcoxon, para determinar el nivel de significación de las diferencias entre antes y después de realizada la prueba. Se aceptó como significativo un  $\alpha \leq 0,05$  y se utilizó un paquete estadístico SPSS-W 11.5 en una computadora Pentium IV.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos se presentan con valores promedio  $\pm$  DE, mínimos y máximos, de cada variable estudiada. En la tabla I se describen los valores de frecuencia cardíaca y lactato en sangre encontrados antes y después de aplicado el protocolo. Se presenta, además, el número de proyecciones realizadas durante la ejecución de la prueba.

La frecuencia cardíaca mostró diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) entre los valores de reposo, al final de la carga y en el tercer minuto de la recuperación; lo mismo ocurrió con la concentración de lactato en sangre. Tanto sus DE como sus valores mínimos y máximos indican una alta variabilidad en torno a estos indicadores. Se exceptúa el número de proyecciones, cuya DE, así como la diferencia entre el mínimo y el máximo valor, son bajas. El incremento del lactato en sangre fue muy superior al encontrado en la frecuencia cardíaca.

**Tabla I** Variables cardiovasculares y metabólicas

| Variable               | Promedio           | DE   | Mínimo | Máximo |
|------------------------|--------------------|------|--------|--------|
| Proyecciones (n)       | 33,8               | 2,4  | 31     | 38     |
| FCR (lat/min)          | 70,2               | 8,5  | 58     | 84     |
| FCC (lat/min)          | 199 <sup>a</sup>   | 25,3 | 162    | 240    |
| FC 3' (lat/min)        | 116,5 <sup>b</sup> | 11,0 | 96     | 132    |
| △ FC (%)               | 186,6              | 43,0 | 103    | 253    |
| Lactato basal (mmol/l) | 2,39               | 0,41 | 1,56   | 2,99   |
| Lactato 3' (mmol/l)    | 7,98 <sup>b</sup>  | 1,12 | 5,83   | 9,44   |
| △ lactato (%)          | 245,4              | 78,9 | 95     | 372    |

<sup>a</sup>Diferencia significativa  $p \leq 0,05$  con relación al valor de reposo.<sup>b</sup>Diferencia significativa  $p \leq 0,01$  con relación al valor de reposo.

DE: desviación estándar; FC: frecuencia cardíaca; FC 3': FC en el tercer minuto; FCC: FC central; FCR: FC de reposo; △ incremento.

En la tabla II se presentan los valores de reposo y poscarga de las 3 hormonas estudiadas. Tanto la SH como el cortisol mostraron diferencias estadísticamente significativas en el valor de poscarga con relación al reposo ( $p \leq 0,01$  y  $p \leq 0,05$ , respectivamente). La prolactina presentó una tendencia a incrementarse, aunque sin proporciones estadísticamente significativas. En la figura 1 se muestra la dirección y la magnitud de los cambios observados en estas 3 hormonas.

## DISCUSIÓN

Aun cuando se presenta el promedio general del número de proyecciones realizadas por los deportistas sin tener en cuenta la categoría de peso corporal, las diferencias entre los valores mínimo y máximo fue solamente de 7 proyecciones. El criterio práctico es que las categorías de menos peso corporal realizan un mayor volumen relativo de trabajo que las más pesadas, pero en este caso las diferencias no fueron significativas, como podría esperarse entre categorías de pesos tan disímiles.

Esto puede indicar que, en la medida que se llega a un número determinado de proyecciones por unidad de tiempo, aparece la fatiga muscular, con independencia del peso corporal, lo que podría estar determinado porque el trabajo se realiza con *ukes* de pesos similares, lo que compensa en cierta medida las posibles diferencias. Además, es necesario tener en cuenta que, en la medida en que las yudocas más

**Tabla II** Valores hormonales basales y poscarga

| Hormona                 | Promedio           | DE    | Mínimo | Máximo |
|-------------------------|--------------------|-------|--------|--------|
| SH basal (ng/ml)        | 3,2                | 1,6   | 0,70   | 5,8    |
| SH 3' (ng/ml)           | 6,9 <sup>b</sup>   | 2,1   | 3,7    | 9,7    |
| PRL basal (ng/ml)       | 9,5                | 2,6   | 6,0    | 13,6   |
| PRL 3' (ng/ml)          | 10,9               | 2,5   | 6,4    | 15,2   |
| Cortisol basal (μmol/l) | 585,2              | 173,1 | 393    | 912    |
| Cortisol 3' (μmol/l)    | 476,8 <sup>a</sup> | 196,9 | 211    | 967    |

<sup>a</sup>Diferencia significativa  $p \leq 0,01$  con relación al valor de reposo.<sup>b</sup>Diferencia significativa  $p \leq 0,05$  con relación al valor de reposo.

DE: desviación estándar; PRL: prolactina; PRL 3': PRL en el tercer minuto; SH: somatotropina; SH 3': SH en el tercer minuto.

pesadas tienen una mejor preparación, estas diferencias de sus capacidades deben ser menores. Esto podría ser objeto de estudio en investigaciones futuras, con una clasificación de la muestra por categorías de peso.

La frecuencia cardíaca de reposo muestra valores similares a los descritos en este universo en otros estudios<sup>1</sup>. Los valores alcanzados después del esfuerzo, sus incrementos y los comportamientos observados en el tercer minuto de la recuperación indican que se ha realizado una carga máxima desde el punto de vista cardiovascular y coinciden con los descritos anteriormente en estas deportistas en pruebas similares<sup>1</sup>.

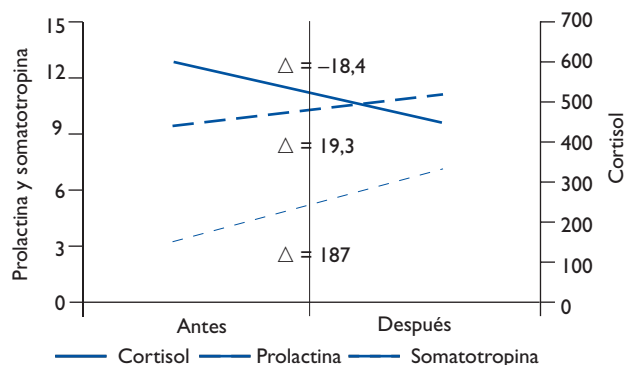
Las concentraciones de lactato plasmático encontradas antes del ejercicio se encuentran dentro del rango propuesto para esta variable en tales condiciones<sup>2</sup>. Los valores de poscarga de este metabolito se han utilizado como marcador biológico del esfuerzo en este deporte, por su relación con la intensidad del trabajo realizado<sup>2</sup>, y alcanzan valores relativamente altos, que denotan las características anaerobias de esta prueba, la que demanda un elevado componente de lactato.

Se ha observado que la concentración de lactato plasmático puede aumentar hasta 10 veces a los 3 min de iniciados los combates<sup>3</sup>, por lo que es necesario preparar a los yudocas para soportar este tipo de trabajo y obtener ventajas sobre el contrario en estas condiciones de carácter metabólico.

Los incrementos alcanzados después de la prueba de velocidad-fuerza en las yudocas indican que se trata de un esfuerzo intenso, con una sobrecarga al ciclo de Krebs, observada con frecuencia en muchos de los esfuerzos realizados

**Figura 1**

Diferencias entre los valores de reposo y posteriores al ejercicio (%).



en la preparación de estas deportistas para el combate. El trabajo realizado en las competiciones y el entrenamiento de los yudocas consiste en varias series de esfuerzos muy intensos, que duran de 15 a 30 s, con intervalos muy breves. En yudocas varones se han registrado valores de 12,1 y 15,9 mmol/l, en sucesivas repeticiones de proyecciones realizadas con técnica de *seoi nage*<sup>4</sup>. No obstante, en determinados momentos, y fundamentalmente en el trabajo del *tachi waza* (yudo de pie), predominan las acciones explosivas y, en consecuencia, la obtención de energía por la vía alactácida.

Existe relación entre la respuesta metabólica y el suministro de nutrientes antes y después del entrenamiento, y también de la respuesta con la intensidad y el volumen del estímulo del entrenamiento, con la masa muscular involucrada, las pausas y la frecuencia de repetición. La adaptación a largo plazo de la función neuroendocrina parece mínima, pero se ha considerado un elemento importante de la remodelación.

El control biomédico del entrenamiento permite que, con el estudio de variables tan sencillas como la medición de la frecuencia cardíaca y el lactato en sangre, se pueda ayudar al entrenador en su función de dosificación de las cargas físicas. Si a estos indicadores se agregan estudios hormonales, relativamente costosos, pero de gran utilidad, se puede realizar un control de mayor calidad.

La SH es una hormona anabólica a la que se atribuye un papel determinante en las respuestas agudas al ejercicio de alta intensidad y que actúa como moduladora para la adaptación de los procesos anabólicos a largo plazo. Varios autores están de acuerdo en que el horario del día no afecta la magnitud de la respuesta de la SH al ejercicio<sup>5</sup>.

En las yudocas incluidas en esta investigación, las concentraciones en sangre de SH se incrementaron en una porción cercana al 200% (fig. 1), lo que indica que su respuesta es muy sensible al esfuerzo realizado, de corta duración pero de elevada intensidad. Se ha demostrado que los deportistas entrenados en trabajos de fuerza máxima muestran incrementos significativos con este tipo de ejercicios<sup>6</sup>.

La mayoría de los estudios hormonales realizados en deportistas han tenido como sujetos a varones, lo que determina la falta de referencias para el análisis de muchos hallazgos de esta investigación. A tal efecto, es importante señalar que los valores basales observados en estas yudocas se encuentran dentro de los rangos de normalidad establecidos para su sexo, edad y demás características.

El comportamiento de los resultados obtenidos en una investigación realizada con mujeres también puede estar afectado por las particularidades menstruales del grupo. En mujeres con este tipo de trastornos, los valores basales y los picos más altos corresponden a las deportistas con amenorrea, seguidas de las que presentan oligomenorrea<sup>7</sup>. En las yudocas incluidas en este estudio el comportamiento de la fórmula y demás características menstruales eran normales, y no estaban utilizando anticonceptivos de tipo hormonal.

Linnamo et al<sup>8</sup> encontraron los mayores incrementos de la SH en los varones. Las mujeres físicamente activas estudiadas por estos autores presentaron un incremento significativo mayor con el trabajo contrarresistencia de alta intensidad que con el submáximo y el de fuerza explosiva. Si se tiene en cuenta que en el esfuerzo realizado en la prueba se combinan la rapidez con la fuerza, y que la muestra está constituida por deportistas de alto rendimiento de la más elevada escala internacional, se puede explicar esta respuesta menos acentuada en un trabajo de velocidad-fuerza.

La prolactina con frecuencia se ha relacionado con experiencias estresantes, por lo que también algunos autores la han considerado una hormona de estrés. En estas yudocas, desde un valor basal acorde con el encontrado en la población de la que proceden, se produce una tendencia al incremento que no alcanza valores significativos.

En un estudio realizado con luchadores adolescentes y controles activos varones, durante una preparación de 3,5 a 4 meses, para identificar el efecto de la restricción dietética, no se encontraron cambios atribuibles a la pérdida de peso y el entrenamiento de lucha, y además se observó que los valores se mantenían en el rango fisiológico<sup>9</sup>.

En el análisis de otros factores, Suay et al<sup>10</sup>, en un estudio realizado con yudocas varones, no encontraron diferencias significativas en la concentración de prolactina en sangre entre antes y después de una sesión de control con un

incremento del 15%, mientras que en combates fue superior al 70% y en una prueba ergométrica fue de 36%, con un aumento mayor en la competencia, atribuible al estrés.

Otro factor que se debe considerar en la respuesta de la prolactina al esfuerzo físico es la temperatura ambiental en que ésta se realiza. Low et al<sup>11</sup> observaron, durante el estrés del calor, aumentos significativos en condiciones activas y pasivas, y demostraron que los aumentos de la temperatura central son el estímulo clave para la liberación de prolactina, que puede ser un marcador de actividad serotoninérgica y dopaminérgica relacionada con la fatiga central durante el ejercicio en condiciones de calor.

El hecho de que se presenten cambios no significativos conduce a la sospecha de que puede ser una hormona sensible a esfuerzos de otras características, aspecto que debe explorarse con mayor profundidad. Por otro lado, la inclusión de esta hormona como instrumento de control del entrenamiento requeriría controlar la temperatura, aspecto que no fue un objetivo de esta investigación.

El cortisol es una hormona que aumenta el catabolismo de las proteínas durante el ejercicio y libera aminoácidos para la gluconeogénesis hepática. En acción conjunta con el glucagón, estimula la gluconeogénesis y proporciona más combustible. Su respuesta fisiológica y la adaptación al entrenamiento modulan los procesos catabólicos y el equilibrio metabólico<sup>12</sup>. Se ha probado su ritmicidad circadiana, con los valores más altos en la mañana, y que afecta el metabolismo de las proteínas fundamentalmente en este horario del día<sup>5,12</sup>.

En el caso del yudo, se ha considerado que los valores altos de cortisol facilitan un estado apropiado para el combate y refuerzan la disponibilidad de energía, junto con una alta motivación para ganar así como la confianza en sí mismo, lo que favorece la competitividad y la capacidad para realizar el máximo esfuerzo<sup>10</sup>.

Las yudocas incluidas en este estudio presentaban, antes de realizar la prueba, una concentración promedio de 585,2  $\mu\text{mol/l}$ , que desciende significativamente a 476,8  $\mu\text{mol/l}$  ( $p \leq 0,05$ ) después del ejercicio realizado, lo que podría indicar que con independencia del tipo de esfuerzo, su duración es la principal determinante para la respuesta positiva de esta hormona.

Karacabey et al<sup>13</sup> estudiaron 3 grupos de mujeres: atletas con prueba aerobia de 30 min en estera; atletas con test de Wingate por 30 s, y controles sedentarias. Estos autores observaron un incremento inmediato significativo en el trabajo aerobio y un descenso inmediato no significativo en el anaerobio. Estos resultados coinciden con la dirección de los

cambios encontrados en este estudio y hacen suponer que el mayor decremento encontrado en estas yudocas podría estar influido por características, como su duración, la participación de una mayor masa muscular y la diferente intensidad del trabajo de las proyecciones.

Tremblay et al<sup>14</sup> estudiaron la respuesta hormonal anabólica y catabólica a ejercicios de resistencia y potencia, en sujetos de diferentes niveles de entrenamiento en ambas cualidades. El ambiente catabólico observado durante la sesión de ejercicios de resistencia a la fuerza indica una respuesta más relacionada con la intensidad que con el tipo o el volumen de trabajo. De ello se concluye que el nivel y el tipo de entrenamiento recibidos influyen en la respuesta, así como que el trabajo de resistencia a la fuerza provoca una mayor liberación hormonal a la sangre.

En este estudio se encontró disminución del cortisol después del esfuerzo a pesar de que éste fue intenso. La respuesta puede estar relacionada con el alto nivel de maestría y de adaptación de las deportistas estudiadas a la ejecución de cargas físicas de alta intensidad. No obstante, se conoce que los incrementos de cortisol se observan fundamentalmente en trabajos de duración mayor a los 15 min, y las cargas cortas son las más movilizadoras de las catecolaminas.

Esta hormona tiene un comportamiento un tanto controvertido, ya que su respuesta es, en ocasiones, de incremento y, en otras, de decremento, y está modulada por el horario del día en que éste se realiza, lo que ha hecho difícil su caracterización. En la figura 1 se evidencian las respuestas de incremento de las 2 hormonas anabólicas estudiadas (SH y prolactina) y disminución del cortisol en las atletas de yudo, producto de la ejecución de la prueba de terreno desarrollada.

Las diferencias entre protocolos en cuanto a volumen, intensidad y frecuencia del trabajo, así como al tipo de medios utilizados para su administración, son otro elemento que tiende a diversificar los resultados obtenidos por los investigadores. El uso de diferentes fluidos como muestra, el método de recogida de éstas, su procesamiento, los reactivos y el equipamiento utilizados, así como las diferencias en las unidades de medida adoptadas, son otros aspectos que influyen en la gran diversidad de resultados obtenidos en los estudios de esta hormona.

Esto ha dado lugar a que, desde hace ya varias décadas, se vengán evaluando estos cambios y los resultados obtenidos en virtud de ellos, con el fin de identificar la eficacia y la eficiencia del entrenamiento recibido y ejercer el adecuado control de la preparación del deportista, por lo que es ne-

cesario buscar métodos y vías que permitan su estandarización.

En conclusión, los resultados de este estudio indican que la sensibilidad de la SH y el cortisol hacen recomendable su uso en el control médico del entrenamiento deportivo, aunque se requieren estudios complementarios que permitan caracterizar su comportamiento para cada tipo, volumen e

intensidad de trabajo, lo que está muy relacionado con la etapa de preparación en que se encuentra el deportista. En el caso del judo, se considera necesario precisar las particularidades de la respuesta de estas hormonas, estudiando a los sujetos clasificados, según las divisiones de pesos en que compiten.

## Bibliografía

1. Almenares ME, Amaro S, Nicot G, Veitia R. Cambios en las concentraciones plasmáticas de enzimas musculares con pruebas de terreno específicas de judo. *Revista Antioqueña de Medicina del Deporte*. 2001;4:11-9.
2. Serrano MA, Salvador A, Gonzalez-Bono EG, Sanchis C, Suay F. Relationships between recall of perceived exertion and blood lactate concentration in a judo competition. *Percept Mot Skills*. 2001;92:1139-48.
3. Degoutte F, Jouanel P, Filaire E. Energy demands during a judo match and recovery. *Br J Sports Med*. 2003;37:245-9.
4. Artioli G, Coelho D, Benatti F, Gailey A, Berbel P, Adolpho T, et al. Relationship between blood lactate and performance in a specific judo test. Disponible en: [www.judobrasil.com.br/2005/rbbla.pdf](http://www.judobrasil.com.br/2005/rbbla.pdf)
5. Kanaley JA, Weltman JY, Pieper KS, Weltman A, Hartman ML. Cortisol and growth hormone responses to exercise at different times of day. *J Clin Endocrinol Metab*. 2001;86:2881-9.
6. Hoffman JR, Joohee IM, Rundell KW, Kang J, Nioka S, Speiring BA, et al. Effect of muscle oxygenation during resistance exercise on anabolic hormone response. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35:1929-34.
7. Rickelund A, Thoren M, Carlstro K, Von Schoultz BO, Hirschberg AL. Diurnal profiles of testosterone and pituitary hormones suggest different mechanisms for menstrual disturbances in endurance athletes. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89:702-7.
8. Linnamo V, Pakarinen A, Komi PV, Kraemer WJ, Hakkinen K. Acute hormonal responses to submaximal and maximal heavy resistance in explosive exercises in men and women. *J Strength Cond Res*. 2005;19:566-71.
9. Roemmich JN, Sinning WE. Weight loss and wrestling training: effects on growth-related hormones. *J Appl Physiol*. 1997;82:1760-4.
10. Suay F, Salvador A, Gonzalez-Bono E, Sanchis C, Martinez M, Martinez-Sanchis S, et al. Effects of competition and its outcome on serum testosterone, cortisol and prolactin. *Psychoneuroendocrinology*. 1999;24:551-66.
11. Low D, Purvis A, Reilly Th, Cable MT. The prolactin responses to active and passive heating in man. *Exp Physiol*. 2005;90:909-17.
12. Bird SP, Tarpenning KM. Influence of circadian time structure on acute hormonal responses to a single bout of heavy-resistance exercise in weight-trained men. *Chronobiol Int*. 2004;21:131-46.
13. Karacabey K, Saygin O, Ozmerdivenli R, Zorba E, Godekmerdan A, Bulut V. The effects of exercise on the immune system and stress hormones in sportswomen. *Neuroendocrinol Lett*. 2005;26:55-60.
14. Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *J Appl Physiol*. 2004;96:531-9.