

RESPUESTAS BIOQUÍMICAS Y HORMONALES EN JUDOKAS

BIOCHEMICAL AND HORMONAL RESPONSES IN JUDOKAS

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el mundo del rendimiento deportivo como el de las ciencias del deporte, van evolucionando paralelamente. Ambos se alimentan mutuamente, ya que desde la práctica del entrenamiento competitivo real surge el interés y la motivación de los interesados por evolucionar y mejorar, los cuales buscan su apoyo en la base y metodología científica de las ciencias del deporte. Cada vez se necesita afinar más en los entrenamientos para alcanzar cotas de rendimiento mayores, corriendo para ello un claro peligro: aplicar cargas más exigentes a todos los niveles, que hacen fluctuar a los deportistas en la línea entre la fatiga adaptativa y la transadaptativa¹. Si no existe un equilibrio entre el grado de sollicitación y el nivel de adaptación, se sobrepasan los límites y los niveles de respuesta de los sistemas orgánicos, y se corre el riesgo de entrar en un estado de fatiga crónica o patológica.

El combate de judo es un esfuerzo físico acíclico e intermitente protagonizado por dos deportistas enfrentados cuerpo a cuerpo, donde ambos intentan conseguir el mismo objetivo, derrotar a su oponente, a través de sanciones, proyecciones, estrangulaciones o luxaciones en el codo, antes de que finalice el tiempo de combate².

En el judo de alto nivel, los judokas están sometidos a altas cargas de entrenamiento, las cuales requieren una exitosa y coordinada participación

de todos sus componentes (técnico, táctico, físico y psicológico) para alcanzar el mayor rendimiento deportivo. A todo ello, se le suma el hecho de que las competiciones en judo están enmarcadas en estrictas categorías de peso, y algunos de los judokas de ligero y medio peso están comprometidos con dietas rigurosas y largas carreras para perder mucho peso en cortos periodos de tiempo³.

Por lo tanto, se hace necesaria cierta información para saber qué está pasando en el organismo del deportista; para saber cómo se puede influir sobre las sesiones, los regímenes y las fases del entrenamiento; y para saber cuáles son los principales resultados del entrenamiento⁴.

El objetivo de esta revisión es dar una visión del control del entrenamiento en un deporte de combate como es el judo, desde un punto de vista bioquímico y hormonal (aspectos que influirán en una mejora del conocimiento sobre el deporte y que colaborarán a un control del entrenamiento más eficaz de cara al rendimiento mucho mayor).

CONCENTRACIÓN DE LACTATO

La concentración de lactato sanguíneo [lac] es uno de los parámetros más analizados en el deporte del judo. Las mediciones se han realizado tanto en entrenamiento como en competición,

**Gema
Torres
Luque¹**

**Raquel
Hernández
García²**

¹Universidad
de Jaén
Área de
Expresión
Corporal

²Directora
Docencia e
investigación
Federación
Extremeña
de Judo

Departamento
Ciencias de la
Actividad Física
y del Deporte
Universidad
Católica San
Antonio de
Murcia

CORRESPONDENCIA:

Gema Torres Luque
Universidad de Jaén. Área de Expresión Corporal
Campus de Las Lagunillas (Edif. D2) 23071 Jaén
E-mail: gtluque@ujaen.es

Aceptado: 26.09.2007 / Revisión nº 214

siendo los estudios más escasos en judokas femeninas. De esta forma, se ha observado como las [lac] evaluadas antes y después de un combate de judo, en judokas masculinos, muestra unos valores en torno a los 7-8 mmol•L^{-1.5-8}. Los valores en judokas femeninas también está en torno a los 7-8 mmol•L⁻¹ estando en consonancia con los hallados en el género masculino⁹. Estos mismo autores⁹ en una simulación de competición de judo (entre 2 y 3 combates), evaluaron a chicos y chicas y no detectaron diferencias significativas en la acumulación de este metabolito entre géneros.

A su vez, es interesante valorar este parámetro en relación a los diferentes niveles de competición (internacional-nacional, regional y ciudad), donde Franchini, *et al.*⁶ señalan que no aparecen diferencias significativas entre ellos. Además, concluye como curiosidad, que dado los niveles alcanzados y la sucesión de combates que se producen en una competición, la recuperación activa parece más adecuada que la recuperación pasiva para este tipo de deportistas. Incluso valorando deportistas de élite y judokas fuera de la élite deportiva, no aparecen diferencias significativas en este parámetro tras un combate simulado¹⁰. En línea de valorar la influencia del nivel de competición del judoka, Majeau, *et al.*,¹¹ realizaron un estudio longitudinal en judokas masculinos durante el desarrollo de sus competiciones, donde valoraron este parámetro. De los valores obtenidos, se corrobora el enunciado del gran predominio del metabolismo anaeróbico, encontrando valores de lactato sanguíneo entre lo 9 y 20 mmol•L⁻¹, en competiciones nacionales e internacionales. Ya que de modo diferente sucede en los campeonatos regionales, donde los niveles de concentración de ácido láctico en la sangre no superan los 8 mmol•L⁻¹, debido principalmente a su corta duración (menos de 40"), con lo que el nivel queda a expensas de la estructura temporal del combate y aquí si aparecen diversas diferencias.

El judo, al ser una especialidad deportiva donde el peso es de vital importancia, Majeau, *et al.*¹¹, también observaron los valores de lactato sanguíneo agrupando a los judokas en tres

categorías: ligeros (-55 y -60 kg), medios (-65 y -71 kg) y pesados (+78 kg), no observando diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de peso, ya que los judokas ligeros obtienen una concentración de lactato entre 9-19 mmol•L⁻¹, los judokas de peso medio entre el rango de 11-20 mmol•L⁻¹ y los judokas pesados entre 8-19 mmol•L⁻¹.

En cuanto a la evaluación del entrenamiento específico en judokas, resaltar el estudio de Callister, *et al.*¹² que muestra los valores obtenidos tras un entrenamiento específico de judo, donde después de un calentamiento, uchikomis, ne waza (judo suelo) y de 3 a 7 randori pie, los valores de lactato medios eran de 9,1 ± 1,1 mmol•L⁻¹. Franchini, *et al.*¹³, también realizan un estudio en el entrenamiento para establecer diferencias entre judokas de élite y judokas que no se encuentran en el alto rendimiento deportivo, encontrando que no aparecen diferencias estadísticamente significativas en las concentraciones de lactato evaluadas tras la finalización de un combate simulado.

Se ha observado una relación positiva y significativa entre la [lac] en sangre y la duración del combate de judo, en judokas masculinos adultos, además de que la FC máxima del combate no correlaciona significativamente con la duración del mismo, sino, con la concentración máxima de ácido láctico¹⁴. Así como indican Serrano, *et al.*⁵ la escala de percepción de esfuerzo (REP) pasada durante una competición muestra una relación positiva y significativa con la concentración máxima de lactato y el incremento de [lac] durante la competición en judokas masculinos de nivel regional.

ÁCIDO ÚRICO Y UREA

La urea es el producto final del metabolismo de las proteínas, siendo el hígado el lugar donde se forma la mayor cantidad⁴. A pesar de que el ácido úrico no es de una necesidad especial desde el punto de vista del control del entrenamiento⁴, si tiene una influencia en cuanto a la fatiga del deportista¹⁵, por lo que en judo existen

diferentes estudios que hablan sobre estos parámetros. Degoutte, *et al.*⁸ estudia la sollicitación del metabolismo proteico del combate de judo y la recuperación en judokas masculinos de nivel nacional, con una media de $18,4 \pm 1,6$ años; los cuales mostraban un incremento significativo de urea de entre los valores basales y a los 3 minutos de finalizar el combate ($5,2 \pm 0,2 - 6,0 \pm 0,2$ mmol•L⁻¹), para luego mantenerse ese valor a las 24 horas de finalizar el enfrentamiento ($5,6 \pm 0,26$ mmol•L⁻¹), estando siempre dentro del rango de normalidad ($3 - 7,5$ mmol•L⁻¹). Sin embargo, los mismos sujetos muestran un aumento significativo de ácido úrico a las 24 horas del esfuerzo ($385,8 \pm 11,7$ μmol•L⁻¹), comparándolo con los valores basales ($324,5 \pm 10,8$ μmol•L⁻¹), situando a los sujetos de estudio con niveles superiores al rango de normalidad ($200 - 360$ μmol•L⁻¹). Uniendo estos valores de ácido úrico tras el esfuerzo, y el enunciado de Feriche y Delgado¹⁵, que afirma que un aumento de ácido úrico es indicador de fatiga en el deportista, se observa que 24 horas no han sido suficientes para la recuperación total de los deportistas, aspecto que podría ser interesante cuando los judokas tienen que competir dos días seguidos.

Cabe citar el estudio de Degoutte, *et al.*¹⁶, donde realizan un seguimiento fisiológico a dos grupos de judokas masculinos de -81 kg de nivel nacional (un grupo de mantenimiento de peso y el otro bajada de peso), donde se observa un incremento significativo de ácido úrico ($346,62 \pm 36,78 - 382,22 \pm 33,63$ μmol•L⁻¹) y de urea el día antes de la competición ($5,70 \pm 0,48 - 6,3 \pm 0,4$ mmol•L⁻¹) comparándolo con valores basales tomados 1 mes y medio antes de la competición. Estos incrementos no se observan en el grupo de judokas de mantenimiento de peso. Y sucede igual que el estudio anterior⁸, los valores de ácido úrico son mayores que el rango de normalidad. Por lo tanto, cabe destacar que los judokas masculinos que realicen una reducción de peso brusca combinado con altas cargas de entrenamiento, sufrirán mayores niveles de fatiga que los judokas que mantienen su peso corporal^{8,16}.

Finaud, *et al.*¹⁷ muestra resultados similares, pero en ambos grupos, y además, el mayor incre-

mento significativo de la concentración de ácido úrico aparece tras la competición, alcanzando valores entre $508 \pm 46,5$ (en el grupo de la bajada de peso) y $6130 \pm 49,9$ μmol•L⁻¹ (en los judokas de grupo control).

De Créé, *et al.*³, observaron en judokas femeninas de nivel internacional entre 17 y 29 años, que sufrían un aumento significativo (superior a 5% de los niveles iniciales) de la concentración plasmática de ácido úrico tras 5 semanas de duro entrenamiento, indicando la acumulación de fatiga a lo largo de este periodo de entrenamiento.

ÁCIDOS GRASOS LIBRES Y GLICEROL

El tejido adiposo representa la reserva energética más voluminosa. Para utilizar esta energía, los triglicéridos depositados deben ser degradados a AGL y glicerol. Los cambios en la concentración de glicerol en la sangre, ofrecen una oportunidad para la evaluación indirecta del índice de lipólisis en el tejido adiposo⁴. En un deporte como el judo, con cambios continuos de peso, es recomendable este control. De esta forma, Ebine, *et al.*¹⁸, indican que los judokas de élite masculinos poseen niveles superiores de concentración de triglicéridos que las judokas femeninas de alto rendimiento y las amateur. Finaud, *et al.*¹⁷, observa en judokas nacionales, que tras una semana de pérdida de peso, la concentración de triglicéridos disminuye significativamente respecto a los valores iniciales, y además los niveles de triglicéridos en sangre tras la competición son menores que los de antes de competir ($p < 0,05$). Sin embargo, los ácidos libres de grasa, después de haber incrementado significativamente tras una semana de reducción de peso corporal, recupera valores iniciales tras la competición. En cuanto al glicerol, se produce un incremento significativo de concentración sanguínea el día de antes de la competición, para posteriormente seguir aumentando tras el campeonato, pero sin ser significativo. En el grupo control, sólo aparecen diferencias estadísticamente significativas en los niveles de glicerol tras la competición, comparándolos con los valores iniciales ($p < 0,01$).

Estos resultados son exactamente similares a otros autores^{16,19}.

Contrarrestando estos resultados se posicionan Filaire, *et al.*²⁰, mostrando un incremento significativo ($p < 0.05$) de la concentración de triglicéridos en sangre después de una semana de restricción de comida en judokas masculinos de -73 kg. En cuanto a los ácidos libres de grasa coinciden con los estudios anteriores, sin embargo las concentraciones de glicerol disminuyen tras una semana de dieta estricta, pero sin llegar a mostrarse diferencias estadísticamente significativas ($0,17 \pm 0,01 - 0,12 \pm \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$).

Degoutte, *et al.*⁸ en su estudio sobre el aporte del metabolismo proteico durante el combate de judo y la recuperación, muestra incrementos significativos de triglicéridos, ácidos grasos libres y glicerol a los 3 minutos de finalizar el combate de judo; del mismo modo que continua este aumento significativo en los ácidos grasos libres y el glicerol a los 60 minutos de acabar el enfrentamiento ($p < 0.05$). Los niveles de glicerol obtenidos a los 3 y 60 minutos tras la finalización del combate son superiores al rango de normalidad ($50-100 \mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$), por lo tanto, los autores redactan la hipótesis de que esto puede ser debido a que los judokas del estudio llevaron a cabo una dieta caracterizada por una ingesta de hidratos de carbono por debajo de lo recomendado, induciendo la utilización del metabolismo lipídico (lipólisis), trayendo consigo el aumento de ácidos grasos libres y glicerol tras el esfuerzo.

OTROS PARÁMETROS BIOQUÍMICOS

Existen otros parámetros que han sido estudiados en judo con el objetivo de un mejor control del entrenamiento deportivo. Así parámetros como el amonio indica que los judokas masculinos adultos poseen concentraciones situadas en el rango de $37,59 \pm 7,06 - 62,3 \pm 4,3 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ ^{8,16}, situándose el último valor por encima del rango de normalidad ($10-46 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$). Indicando que esto puede llegar a acarrear un estado de fatiga en los deportistas, debido a la acumulación de este producto de desecho metabólico causado

por la depleción del glucógeno en esfuerzos de elevada intensidad¹⁵ como son los combates de judo.

En cuanto a la creatinina en judokas, Ebine, *et al.*¹⁸, señalan que no aparecen diferencias estadísticamente significativas en las concentraciones de creatinina en sangre ($0,9 \pm 0,1 - 1,1 \pm 0,1$) entre judokas adultos de élite de ambos sexos y entre judokas femeninas que no son de alto rendimiento. Sin embargo, Umeda, *et al.*²¹ no han encontrado diferencias significativas de concentración de creatina en sangre tras 7 días de restricción de comida y entrenamiento intenso en judokas masculinos con una media de $19,3 \pm 0,6$ años de edad.

Degoutte⁸, *et al.*, observan un aumento significativo de creatinina en sangre a los 3 minutos de finalizar un combate de judo en judokas masculinos de nivel nacional ($101,6 \pm 1,5 - 111,6 \pm 1,7 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$) y a los 60 minutos de recuperación un pequeño aumento ($107,5 \pm 1,4 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$) manteniendo diferencias estadísticamente significativas con los valores iniciales, y a las 24 horas del enfrentamiento los valores se recuperan aproximándose a los valores iniciales ($103,6 \pm 2,4 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$), siempre situándose dentro del rango de normalidad ($50-120 \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$). Con lo que concluyen que estos deportistas tras 24 horas de recuperación, disponen del tiempo suficiente para restablecer los valores iniciales de creatinina. En este estudio los autores también valoran los niveles de hipoxantina los cuales se mantienen constantes ($14,4 \pm 0,8 - 15,8 \pm 11 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$), en cambio los de xantina, aumentan significativamente a los 3 minutos de finalizar el combate ($4,6 \pm 1,0 - 16,0 \pm 2,9 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$), para posteriormente ir recuperando sus valores iniciales.

Ebine, *et al.*¹⁸ describiendo las características fisiológicas de judokas japoneses masculinos y femeninos de edad adulta, aportan que existen diferencias estadísticamente significativas entre las concentraciones en sangre de LDL-C, siendo superiores en los judokas de sexo femenino. En cambio el HDL-C no mostraba diferencias marcadas. En otro estudio de Degoutte, *et al.*⁷,

donde describen las demandas energéticas del combate de judo y la recuperación en judokas masculinos de 18,6 años de media, mostrando que los valores de LDL-C se mantienen constantes durante todo el estudio ($2,73 \pm 0,2 - 2,9 \pm 0,10 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$), en cambio los valores de HDL-C y proteínas totales incrementan significativamente a los 3 minutos ($1,33 \pm 0,08$ y $4,76 \pm 0,1 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ respectivamente) y a las 24 horas de finalizar el combate ($1,12 \pm 0,06$ y $4,22 \pm 0,2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ respectivamente), respecto a los valores iniciales ($1,23 \pm 0,06$ y $4,50 \pm 0,2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ respectivamente). Todos los valores situándose dentro del rango de normalidad: LDL entre $2,9-4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ y HDL-C entre $0,75-1,6 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. Estudio que contrasta con el aportado por Filaire, *et al.*, (2001c), donde evalúan las concentraciones de LDL-C, HDL-C, Apo, Apo A-1 y B/A1 en judokas masculinos de -73 kg, e informan que no aparecen cambios en los parámetros citados tras 7 días de restricción de comida.

Kim, *et al.*²², exponen que la concentración sanguínea de albúmina en judokas femeninas de 20 años de edad ($4,84 \pm 0,06 \text{ g}\cdot\text{dL}^{-1}$) es menor a la encontrada en un grupo de mujeres sedentarias ($5,04 \pm 0,06 \text{ g}\cdot\text{dL}^{-1}$) y al contrario ocurre con las concentraciones de hierro, mostrando valores superiores en las judokas ($96,9 \pm 9,0 - 125,7 \pm 7,3 \mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$ respectivamente). Valores similares de concentración de albúmina en sangre ($4,2 \pm 0,2 - 43,2 \pm 0,2 \text{ g}\cdot\text{dL}^{-1}$) exponen Ebine, *et al.*¹⁸ sobre los encontrados en judokas masculinos y femeninos de élite y judokas amateur.

TESTOSTERONA Y CORTISOL

Las hormonas testosterona y cortisol, son junto con las catecolaminas, las empleadas con mayor frecuencia en su relación con el grado de adaptación a las cargas de entrenamiento y detección del sobreentrenamiento¹⁵. Por ello, han sido los parámetros hormonales más estudiados en este deporte de combate, durante los periodos de competición a través de la evaluación del plasma o de saliva. En cuanto al ratio Testosterona – Cortisol (T/C), es actualmente el marcador con más posibilidades de ser utilizado como instru-

mento de diagnóstico del sobreentrenamiento²³.

En cuanto a los niveles de testosterona en saliva, estos autores Filaire, *et al.*²⁴ mostraron un débil incremento significativo ($p < 0,05$) a las 17 horas del día de la competición, sólo en los judokas perdedores (de $506,5 \pm 23,2$ a $609,7 \pm 26,7 \text{ pmol}\cdot\text{L}^{-1}$). Sin embargo, en otro estudio de Filaire, *et al.*²⁵, muestran que los niveles de testosterona en judokas masculinos de nivel nacional en saliva no han sufrido cambios significativos entre los valores iniciales obtenidos y los días de competición de diferentes niveles. Indicando que la participación en una competición independientemente del nivel de la misma, no produce efecto alguno sobre los niveles de testosterona en saliva en los judokas masculinos.

Degoutte, *et al.*¹⁶, realizan la valoración a través de las concentraciones de testosterona en plasma, indicando que aparece una disminución significativa ($p < 0,05$) de los niveles el día de la competición. Además estos autores, observan una caída de los niveles de testosterona en plasma en los dos grupos (dieta y control) tras la finalización de la competición. Mostrando que el efecto de la competición en los judokas produce un descenso significativo de testosterona en plasma en judokas masculinos.

Toda, *et al.*²⁶ muestra la concentración basal de cortisol en saliva de 11 judokas masculinos de nivel nacional ($0,21 \pm 0,09 - 0,45 \pm 0,23 \mu\text{g}\cdot\text{dL}^{-1}$). Posteriormente, les hace un seguimiento hasta 7 días después de la competición estableciendo tres grupos (mantenimiento, poca pérdida de peso y mayor pérdida de peso), apareciendo que las concentraciones de cortisol en saliva de los grupos de poca y mayor pérdida de peso disminuyen el día de la competición y a los siete días recuperan los valores hasta sobrepasarlos, pero sin ser estadísticamente significativos. Sin embargo, Filaire, *et al.*²⁴, evaluando la concentración de cortisol en saliva 3 semanas antes de la competición y el mismo día del campeonato (a las 8, 12 y 17 horas) en judokas masculinos de nivel nacional ($22,2 \pm 1,6$ años) observan que aparecen un aumento significativo de los

niveles de cortisol en saliva tanto en ganadores como perdedores el día de la competición, sobre todo en las tomas de las 12 y 17 horas (durante y tras la competición). Filaire, *et al.*²⁵, encontraron del mismo modo diferencias estadísticamente significativas en cuanto a las concentraciones de cortisol en saliva, siendo superiores las mostradas por los judokas en un campeonato nacional que en el regional.

En cuanto a los niveles de cortisol en plasma, un estudio más reciente, Degoutte, *et al.*¹⁶, indican que los judokas que han realizado una bajada de peso significativa antes del campeonato sufren aumentos significativos de los niveles de cortisol en plasma. Prouteau, *et al.*²⁷ coincide con los resultados anteriores, exponiendo que tras una bajada de peso corporal, la concentración de cortisol en plasma aumenta un 81% respecto a las concentraciones normales, sin embargo, cuando los judokas recuperan el peso corporal perdido, el cortisol disminuye un 27%; indicando que la actividad catabólica aumenta tras la reducción de peso, así como va disminuyendo de forma que los deportistas recuperan su peso normal.

De modo breve, comentar el estudio de la evolución del cortisol en plasma antes y después de una estrangulación en judo suelo, donde los autores²⁸ observan que no aparecen cambios significativos en ningunas de las tomas.

Degoutte, *et al.*¹⁶, tratan el ratio Testosterona – Cortisol (T/C) indicando un descenso significativo ($p < 0.01$) de $40,07 \pm 3,95$ a $25,88 \pm 2,13$ en los judokas que han realizado una reducción de peso significativo la semana previa a la competición, indicando un mayor predominio de los procesos catabólicos los cuales podrían desembocar en sobreentrenamiento.

Estudios sobre el sexo femenino y parámetros hormonales en judo son muy escasos. Destacar el estudio de Prouteau, *et al.*²⁷, en el que aparece que la concentración basal de cortisol muestra diferencias estadísticamente significativas entre géneros, siendo los niveles mayores en las judokas femeninas que en los judokas masculinos.

OTROS PARÁMETROS HORMONALES

La insulina en plasma muestra unos valores basales en judokas de élite de $10,0 \pm 0,6$ y $9,7 \pm 0,4$ $\mu\text{IU} \cdot \text{ml}^{-1}$ en hombres y mujeres respectivamente²⁷. Parece ser que tras un periodo de bajada de peso brusca en judokas de élite de ambos géneros, los niveles de insulina sanguíneos disminuyen significativamente un 21% de la concentración inicial, y posteriormente del periodo de recuperación del peso corporal perdido, los valores de insulina aumentan un 18%²⁷. Estos resultados coinciden con el estudio realizado por Degoutte, *et al.*¹⁶, pero sólo con una muestra de judokas masculinos. Con lo que los autores citan que la restricción de comida en el periodo de bajada de peso corporal queda reflejada en estos resultados.

Degoutte, *et al.*¹⁶, además evaluaban los niveles de ADH en sangre en estos judokas masculinos, 6 semanas antes de la competición, el día de la competición y el mismo día al finalizar la misma, apareciendo un aumento significativo de la concentración de ADH sanguínea ($p < 0.05$), el día de la competición, en relación a los valores obtenidos 6 semanas antes. Por lo que parece indicar que la hormona antidiurética aumenta significativamente sus valores basales antes de la competición, probablemente debido a la restricción de comida y líquidos realizada por los judokas para poder competir en su categoría de peso.

En cuanto a las catecolaminas, Rau, *et al.*²⁸ en su estudio sobre los efectos fisiológicos del estrangulamiento de judo suelo, realizan dos evaluaciones (antes y después) de los niveles de adrenalina, noradrenalina y dopamina en la orina de 4 horas antes y después del ejercicio. Los valores muestran que existen un aumento significativo en los valores de adrenalina tras el estrangulamiento (de $6,3 \pm 2,9$ a $8,5 \pm 3,7$ $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$), y que los parámetros restantes aparecen sin cambio alguno, teniendo unos valores de noradrenalina de $24,9 \pm 11,1$ $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ antes y $27,7 \pm 10,9$ $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ después y $188,6 \pm 83,0$ $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ y $214,5 \pm 97,8$ $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ en dopamina respectivamente.

Para finalizar, comentar que Pucsok, *et al.*²⁹, realizan un estudio en el que evalúan los niveles de

DHEA en orina tras un test máximo en judokas de ambos sexos, indicando que el ratio de DHEA es significativamente menor en los judokas masculinos que en las judokas de sexo femenino.

RESUMEN

Actualmente, el control del entrenamiento deportivo está siendo de vital importancia a la hora de obtener el rendimiento deportivo. En un deporte de combate como el judo, la ejecución continua de entrenamientos y competiciones, aplicación de altas cargas, etc... hace que este control sea de vital importancia. Además, al competir en función de la categoría de peso, hace que las fluctuaciones en este parámetro sean constantes, lo que podría afectar a diferentes aspectos de carácter bioquímico y hormonal. Por lo tanto, el objetivo de esta revisión es valorar el control del entrenamiento en el judo desde un punto de vista bioquímico y hormonal, valorando la implicación de parámetros como las concentraciones de lactato, urea, ácidos grasos libres, testosterona y cortisol entre otros elementos que puedan contribuir a un mayor conocimiento sobre el deporte y que colaboren a un control del entrenamiento de cara al rendimiento mucho mayor.

Palabras clave: Judo. Fisiología. Bioquímica. Hormonas.

SUMMARY

Currently, controlling athletic training is of vital importance for performance. In a combat sport such as judo, the continual execution of practices and competitions, the application of high loads, etc., makes this control so important. Further, since athletes compete according to weight categories, there are constant fluctuations in this parameter, which may affect different biochemical and hormonal aspects. Therefore, the purpose of this review is to assess the control of judo training from a biochemical and hormonal point of view, evaluating the involvement of parameters such as the concentrations of lactate, urea, free fatty acids, testosterone, and cortisol among other elements that may contribute to a greater understanding about the sport and that may collaborate in improving training control as an aid to performance.

Key words: Judo. Physiology. Biochemical. Hormonal.

B I B L I O G R A F Í A

1. Suay F. *El síndrome de sobreentrenamiento. Una visión desde la psicobiología del deporte*. Barcelona: Paidotribo 2003.
2. Dopico J. *Estudio sobre la relación entre la lateralidad morfológica y la lateralidad funcional en la ejecución de habilidades específicas de Judo*. Tesis doctoral. A Coruña: Universidade da Coruña 1998
3. De Cree C, Lewin R, Barros A. Hypoestrogenemia and rhabdomyolysis (myoglobinuria) in the female judoist: a new worrying phenomenon? *J Clin Endocrinol Metab* 1995;80(12): 3639-46.
4. Viru A, Viru M. *Análisis y control del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo 2003.
5. Serrano MA, Salvador A, González Bono E, Sanchis C, Suay F. Relationships Between Recall of Perceived Exertion and Blood Lactate Concentration in a Judo Competition. *Perceptual and Motor Skills* 2001;92(2):1139-48.
6. Franchini E, Yuri Takito M, Yuzo Nakamura F, Ayumi Matsushigue K, Peduti Dal'Molin Kiss MA. Effects of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task. *J Sports Med Phys Fitness* 2003;43(4):424-31.

7. Degoutte F. Energy demands during a judo match and recovery. *British Journal of Sports Medicine* 2003;37:245-9.
8. Degoutte F, Jouanel P, Filaire E. Solicitation of protein metabolism during a judo match and recovery. *Science & sports* 2004;19(1):28-33.
9. Hernández R, Torres G. *Parámetros fisiológicos del combate de judo*. Murcia: I Congreso nacional de ciencias de la actividad física y deporte. Nuevos retos. 2007.
10. Franchini E, Takito MY, Kiss MA, Strerkowicz S. *Physical fitness and anthropometric differences between elite and nonelite judo players*. Osaka: The 2nd International Judo Federation World Judo Conference Scientific Studies on Judo: Poster Presentations 2001.
11. Majean H, Gaillat ML. Etude de l'acide lactique sanguine chez le judoka au cours de la saison 1984-1985. *Medicine du sport* 1986;60(4):198-203.
12. Callister R, Callister RJ, Staron RS, Fleck SJ, Tesch P, y Dudley GA. Physiological characteristics of elite judo athletes. *Int J Sports Med* 1991;12:196-203.
13. Franchini E, Takito MY, Kiss MAPDM, Strerkowicz S. Physical fitness and anthropometrical differences between elite and non-elite judo players. *Biology of Sport* 2005;22(4):315-28.
14. Sanchís C, Suay F, Salvador A, Llorca J, Moro. Una experiencia en la valoración fisiológica de la competición de judo. *Apunts de Medicina de l'Esport* 1991;27:5-58.
15. Feriche B, Delgado M. *La Preparación biológica en la formación integral del deportista*. Barcelona: Paidotribo 2003.
16. Degoutte F, Jouanel P, Bègue RJ, Colombier M, Lac G, Pequignot JM, Filaire E. Food restriction, performance, biochemical, psychological and endocrine changes in judo athletes. *International Journal Sports Medicine* 2006;27:9-18.
17. Finaud J, Degoutte F, Scislowski V, Rouveix M, Durand D, Filaire E. Competition and food restriction effects on oxidative stress in judo. *Int J Sports Med* 2006;27:834-41.
18. Ebine K, Yoneda I, Hase H. Physiological characteristics of exercise and findings of laboratory tests in Japanese elite judo athletes. *Medicine du Sport* 1991;65:73-9.
19. Ohta S, Nakaji S, Suzuki K, Totsuka M, Umeda T, Sugawara K. Depressed humoral immunity after weight reduction in competitive judoists. *Luminescence* 2002;17(3):150-7.
20. Filaire E, Maso F, Degoutte F, Jouanel P. Food restriction, performance, psychological state and lipid values in judo athletes. *Internacional Journal Sports Medicine* 2001;22:454-9.
21. Umeda T, Nakaji S, Simoyama T, Yamamoto Y, Totsuka M, Sugawara K. Adverse effects of energy restriction on myogenic enzymes in judoists. *Journal of Sports Sciences* 2004;22:329-38.
22. Kim SH, Kim HYP, Kim WK, Park OJ. Nutritional status, iron-deficiency-related indices, and immunity of female athletes. *Nutrition* 2002;18(1):86-90.
23. Suay F, Salvador A, Gonzalez E, Sanchís C, Simón VM, Montoro JB. Testosterona y evaluación de la conducta agresiva en jóvenes judokas. *Revista de Psicología del deporte* 1996;79-93.
24. Filaire E, Maso F, Sagnol M, Ferrand C, Lac G. Anxiety, Hormonal Responses, and Coping During a Judo Competition. *Aggressive Behavior*. 2001;27(1):55-63.
25. Filaire E, Sagnol M, Ferrand C, Maso F, Lac G. Psychophysiological stress in judo athletes during competitions. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 2001;41(2):263-8.
26. Toda M, Morimoto K, Fukuda S, Umeda T, Nakaji S, Sugawara K. The Effect of the Weight Reduction on the Salivary Cortisol Levels of Judo Players Environmental. *Health and Preventive Medicine* 2001;6(2):113-6.
27. Prouteau S, Benhamou L, Courteix D. Relationships between serum leptin and bone markers during stable weight, weight reduction and weight regain in male and female judoists. *European Journal of endocrinology* 2006;154:389-95.
28. Rau R, Raschka C, Brunner K, Banzer W. Physiological effects of judo-induced choking via hormonal and electroencephalographic analysis. *Science and sports* 1999;14(2):77-87(11).
29. Pucsek JM, Gyore I, Hollosi I, Soos E, Ghasemi NRA, Frenkl, R. (2005). Urine Steroid Profile of Judo Competitors Affected by Acute Physical Exercises. *Journal of Chromatographic Science* 2005;43(8):438-40.