

# PERFIL FISIOLÓGICO DEL JUDOKA. UNA REVISIÓN

*Physiological profile of judokas. A review*

**Raquel Hernández García y Gema Torres Luque**

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

## DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA

Universidad Católica San Antonio de Murcia  
Campus de los Jerónimos s/n  
30107, Guadalupe (Murcia)  
gtorres@pdi.ucam.edu

Fecha de recepción: Septiembre 2007 • Fecha de aceptación: Noviembre 2007

## RESUMEN

El judo en su aspecto competitivo requiere una elevada preparación técnica, táctica, física y psicológica, ya que cada uno de estos aspectos es imprescindible para soportar las altas cargas de entrenamiento y competición llevadas a cabo por estos deportistas. A la suma, este deporte de combate está caracterizado estructuralmente por categorías de peso, lo cual alza la importancia del control fisiológico del entrenamiento en los judokas. Por lo tanto, el presente trabajo de revisión posee como principal objeto recolectar los diferentes artículos científicos sobre el perfil fisiológico del judoka, enmarcando aspectos como parámetros antropométricos (% de grasa corporal), registro de Frecuencia Cardíaca (FC), consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2máx}$ ), indicadores hematológicos e indicadores electrolíticos.

**Palabras clave:** judo, fisiología, antropometría, frecuencia cardíaca, consumo máximo de oxígeno, hemograma.

## ABSTRACT

The competitive judo in aspect needs a high technical, tactical, physical and psychological preparation, since each of these aspects is indispensable to support the high loads of training and competition carried out by these sportsmen. To the sum, this combative sport is characterized structurally by categories of weight which lifts the importance of the physiological control of the training in the judokas. Therefore, the present work of review possesses as principal object to gather the different scientific articles about the physiological profile of the judoka, framing aspects as parameters antropométricos (% body fat), I register of Cardiac Frequency (FC), maximum consumption of oxygen ( $VO_{2máx}$ ), hematologic indicators and electrolytic indicators.

**Key words:** judo, physiology, anthropometry, cardiac frequency, maximum consumption of oxygen, hemograma.

## El judo ante la competición deportiva

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 cor-

tos periodos de tiempo (De Créé *et al.*, 1995).

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 del combate.

Es evidente que el judo es un deporte donde los esfuerzos técnicos y biomecánicos de competición son muy similares a los realizados en el entrenamiento, pero la competición conlleva unas demandas mayores a las que se producen en el en-

entrenamiento, como son los parámetros fisiológicos (Serrano *et al.*, 2001). Por ello, para crear una adecuada, eficiente y productiva sesión de entrenamiento y de recuperación, los entrenadores, investigadores y profesionales del judo deben tener un conocimiento sólido sobre las respuestas fisiológicas al entrenamiento y a la competición en los judokas de alto nivel. Por el contrario, como resultado de la unión del alto nivel de entrenamiento del deportista de élite y los desequilibrios del peso corporal a los que están sometidos los judokas, el rendimiento puede verse limitado y además se puede producir un incremento de las lesiones más comunes en

este deporte. Ya que una combinación de entrenamiento y una rápida reducción de peso antes de la competición puede dañar las funciones musculares e incrementar el riesgo de daños en los tejidos (Cavas *et al.*, 2005); y mucho más perjudicial es el efecto acumulativo de las bajadas de peso durante una temporada completa junto con las cargas de entrenamiento intenso que ésta conlleva, pudiendo poner en peligro la salud del deportista (Umeda *et al.*, 2004a).

Las evaluaciones antropométricas y fisiológicas se realizan para tener un apoyo al identificar a talentos deportivos, al evaluar y controlar las cargas de entrenamiento, para describir a los deportistas en diferentes momentos de la temporada y para mantener la motivación de los atletas (Kovacs, 2007). Por lo tanto, el presente trabajo de revisión posee como principal objeto recolectar los diferentes artículos científicos sobre el perfil fisiológico del judoka, enmarcando aspectos como parámetros antropométricos (% de grasa corporal), registro de Frecuencia Cardiaca (FC), consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2máx}$ ), indicadores hematológicos e indicadores electrolíticos.

### Parámetros antropométricos

En el judo, se considera complejo establecer un perfil antropométrico global, debido a que los judokas están distribuidos por categorías de peso. Se ha perseguido la intención de describir perfiles antropométricos de judokas de rendimiento distinguiendo el sexo y categoría de peso, llegando a establecer características antropométricas comunes a grupos de judokas diferenciados en tres grupos, dependiendo su categoría de peso: ligeros, medios y pesados (Ebine *et al.*, 1991).

El peso y el porcentaje de grasa corporal son dos de las medidas esenciales en la evaluación fisiológica de los judokas. Parámetros que varían mucho según el sexo, edad, categoría de peso y momento de la temporada, ya que algunos judokas de élite suelen tener que realizar bruscas bajadas de peso en muy poco tiempo, alterando considerablemente la homeostasis del organismo. Según diversos autores, hay judokas que llegan a perder entre un

3% y 6% de grasa las últimas semanas antes de la competición (Kurakake *et al.*, 1998; Kowatari *et al.*, 2001; Toda *et al.*, 2001; Ohta *et al.*, 2002; Suzuki *et al.*, 2003; Umeda *et al.*, 2004b; Finaud *et al.*, 2006; Prouteau *et al.*, 2006; Yoshioka *et al.*, 2006). En algunos estudios revisados sobre judokas, los autores utilizan la evaluación antropométrica en diferentes momentos de la temporada, llegando incluso a realizarla en tres o cuatro ocasiones (Kurakake *et al.*, 1998; Ohta *et al.*, 2002; Suzuki *et al.*, 2003; Umeda *et al.*, 2004a; Umeda *et al.*, 2004b; Cavas *et al.*, 2005; Degoutte *et al.*, 2006; Finaud *et al.*, 2006; Prouteau *et al.*, 2006). Tal hecho se puede deducir observando los valores de la tabla 1, donde los % de grasa en periodos de competición son menores que durante los periodos de descanso y pre-competición (Ohta *et al.*, 2002; Umeda *et al.*, 2004b; Franchini *et al.*, 2007).

Los judokas de alto nivel poseen generalmente porcentajes de grasas menores que los de la población normal (Kim *et al.*, 2002), tal y como se aprecia en la tabla 1. En cuanto a diferenciar entre sexos, las judokas femeninas de élite poseen % de grasa significativamente superiores a los de los judokas masculinos (Callister *et al.*, 1990; Callister *et al.*, 1991; Little *et al.*, 1991; Prouteau *et al.*, 2006), los cuales poseen un 10% de grasa corporal aproximadamente (Little, 1991). Este mismo autor diferencia a las judokas según la edad, las chicas judokas de entre 15 y 16 años de edad aproximadamente, poseen un % de grasa en un rango del 16%. Sin embargo, Boisseau *et al.* (2005) encuentran en chicas de la misma edad una media del 23% de grasa corporal. Por otro lado, si las judokas son adultas (19-23 años) y de nivel internacional muestran un 15% de grasa corporal aproximado (Callister *et al.*, 1990), observándose un aumento si el nivel de competición disminuye a nacional, situándose entre 16 y 23% de grasa (Little *et al.*, 1991; De Créé *et al.*, 1995).

Por otro lado, el % de grasa de los judokas masculinos muestra menor variabilidad que las judokas del sexo femenino. Ya que los judokas más jóvenes (14 a 18 años aproximadamente) poseen entre el 10 y el 16% de grasa. Sin embargo este rango disminuye en judokas masculinos de mayor edad (19-24 años), para si-

tuarse entre el 8 y el 10% de grasa en judokas de nivel internacional y un rango del 8 a al 15% de grasa en judokas masculinos de nivel nacional (Taylor *et al.*, 1981; Callister *et al.*, 1990; Callister *et al.*, 1991; Little *et al.*, 1991; Ohta *et al.*, 2002; Franchini *et al.*, 2003; Kowatari *et al.*, 2003; Umeda *et al.*, 2003 y 2004; Prouteau *et al.*, 2006).

El estudio más actual es el de Franchini *et al.* (2007), donde realizan una comparación del perfil físico entre el equipo Olímpico masculino de Brasil (7 judokas) y el equipo suplente (15 judokas), y los autores establecen que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos (rango entre  $10,1 \pm 5,7$  y  $11,4 \pm 8,4$ ), tal y como se puede comprobar en la tabla 1.

Comparando con otras modalidades deportivas de combate, se ha encontrado un estudio reciente de la valoración corporal en karatecas, en el cual, los autores observan que todos los karatecas adultos (entre 20 y 30 años de edad) superan claramente el 10% de grasa (Luque *et al.*, 2006).

Los motivos que puedan explicar la existencia de rangos tan amplios de porcentaje de grasa corporal pueden ser tres: a) que la mayoría de los estudios realizados tratan los resultados de manera global, sin distinguir entre categorías de peso, sacando valores medios entre pesos: ligeros, medios y pesados. Sin embargo se ha llegado a la conclusión de que el % de grasa aumenta conforme incrementa la categoría de peso (Classens *et al.*, 1987; Callister *et al.*, 1991; Castarlenas y Planas, 1997); b) los métodos antropométricos utilizados son muy variados, aunque se puede observar en la tabla 1 que los más comúnmente utilizados son los métodos de Durnin and Rahaman y la ecuación de Brozek; c) el momento de la temporada en el que se realiza la evaluación antropométrica, como muestran Ohta *et al.* (2002) y Umeda *et al.* (2004a), que los % de grasa de los judokas disminuyen en el periodo competitivo (generalmente la semana de antes), para posteriormente recuperar los valores normales.

El estudio de Callister *et al.* (1990) indica que un entrenamiento de alto rendimiento en judokas de élite de ambos sexos, produce una disminución del porcen-

**Tabla 1.** Porcentaje de grasa en judokas de diferentes edades y sexo.

Autor (año)	Sexo	Nivel	Edad (años)	Periodo	% de grasa
Taylor <i>et al.</i> (1981)	M	Inter	21,8	Pre-comp	12,27
Callister <i>et al.</i> (1990)	M	Inter-Nac	25,6±1,5	Desc	10,8±1,9
	F	Inter-Nac	24,0±1,9	Desc	15,8±1,2
Callister <i>et al.</i> (1991)	M	Inter-Nac	24,4±0,9	Pre-comp	8,3±1,0
	F	Inter-Nac	23,8±1,5	Pre-comp	15,2±1,0
Little <i>et al.</i> (1991)	F	Nacional	15,5±0,7	Desca	16,1±3,5
	F	Nacional	19±2,6	Desc	15,2±2,0
	M	Nacional	14,7±0,8	Desc	10,8±1,6
	M	Nacional	17,3±0,8	Desc	10,4±1,9
	M	Nacional	25,9±5,2	Desc	10,4±0,9
De Créé <i>et al.</i> (1995)	F	Inter	22,1±3,0	Desc	16,4±3,3
	F	Inter	22,1±3,0	Pre-comp	14,2±3,1
Filaire <i>et al.</i> (2001b)	M	Nacional	22,2±1,6	Pre-comp	12,4±0,5
Mansilla <i>et al.</i> (2001)	M	Nacional y Regional		Desc	10,38±0,4
Kim <i>et al.</i> (2002)	F	Nacional	20,0±0,0		21,5±1,4
Ohta <i>et al.</i> (2002)	M	Nacional	20,0	Pre-comp	11,7±5,4
	M	Nacional	20,0	Comp	8,7±5,2
	M	Nacional	20,0	Desc	11,1±4,6
Chinda <i>et al.</i> (2003)	M		18±0,1	Desc	15,7±3,8
Franchini <i>et al.</i> (2003)	M	Inter-Nac	22,3±3,6	Desc	10,8±1,7
		Regional	19,9±2,1	Desc	10,7±2,3
		Provincial	22,6±3,7	Desc	12,0±1,7
Kowatari <i>et al.</i> (2003)	M	Nacional	18-21	Desc	8,8±4,5-9,3±5,3
	M	Nacional	18-21	Pre-comp	9,6±4,5-11,5±5,4
	M	Nacional	18-21	Comp	9,4±5,0-11,0±5,6
Umeda <i>et al.</i> (2004a)	M	Nacional	19,3±0,6	Pre-comp	9,4±5,2-10,2±4,2
Degoutte <i>et al.</i> (2004)	M	Nacional	18,4±1,6	Desc	16,18
Umeda <i>et al.</i> (2004b)	M	Nacional	19,3±0,7	Pre-comp	12,1±5,8-11,7±5,9
	M	Nacional	19,3±0,7	Comp	10,6±5,7-12,7±5,6
Boisseau <i>et al.</i> (2005)	F	Nacional	16,1±0,3	Pre-comp	23,3±1,5
Degoutte <i>et al.</i> (2006)	M	Nacional		Pre-comp	15,8±1,1-14,9±3
Finlaud <i>et al.</i> (2006)	M	Nacional		Pre-comp	14,9±3,0-15,8±1,1
Prouteau <i>et al.</i> (2006)	M	Nacional	20,9±3,4	Desc	11,6±3,6
	F	Nacional	19±2,4	Desc	23±4,1
Franchini <i>et al.</i> (2007)	M	Equipo Olímpico	25,6±4	Comp	11,4±8,4
	M	Equipo Reserva	25,5±4,6	Comp	10,1±5,7

taje de grasa en un periodo de 8 semanas de duración.

Krustulovic *et al.* (2006) intentaron relacionar los valores antropométricos de judokas adolescentes (15-16 años) con el éxito deportivo en diferentes competiciones, no encontrándose una correlación estadísticamente significativa.

Cabe destacar una de las conclusiones de Claessens *et al.* (1987), los cuales definen a los judokas como deportistas sólidamente contruidos, con un alto peso corporal en relación a su estatura. Además de establecer que la composición corporal de los judokas se sitúa principal-

mente en la zona endo-mesomorfo de la somatocarta, coincidiendo con Carter (1990). Además, Kubo *et al.* (2006) señalan que los judokas con menor nivel competitivo poseen valores inferiores de masa grasa y menor grado de desarrollo muscular que los judokas de mayor éxito deportivo (judokas participantes en los Juegos Olímpicos).

En cuanto a los índices de masa corporal (IMC) en judokas, Prouteau *et al.* (2006) encuentran en sujetos de entre 19 y 20 años de edad, un  $24 \pm 2,1$  y  $22,7 \pm 2,4$  kg/m<sup>2</sup> en judokas masculinos y femeninas respectivamente. Datos que varían

en los estudios revisados, ya que, por un lado, Kim *et al.* (2002) registran un IMC en judokas femeninas de la misma edad de  $23,5 \pm 0,7$  kg/m<sup>2</sup>, siendo superior a lo encontrado en mujeres sedentarias de la misma edad ( $21,1 \pm 0,8$  kg/m<sup>2</sup>). Y por otro lado, un estudio de Filaire *et al.* (2007) muestra un IMC en judokas de nivel nacional de  $21,9 \pm 2,21$  kg/m<sup>2</sup>. Si tenemos en cuenta las bajadas de peso que realizan los judokas para encuadrarse en su categoría de peso, Boisseau *et al.* (2005) realizan un estudio donde tratan los aspectos nutricionales en judokas adolescentes (16 años de edad) encontrando una dismi-

nación significativa del IMC entre 3 semanas antes de una competición y el mismo día del campeonato ( $22,2 \pm 1,2 - 21,8 \pm 1,0 \text{ kg/m}^2$ ). Del mismo modo, *Filaire et al.* (2001b) encuentran un descenso significativo en el IMC en judokas masculinos de nivel nacional un día antes del campeonato, tras 7 días de dieta estricta ( $24,9 \pm 1,2 - 23,1 \pm 0,7 \text{ kg/m}^2$ ). Sin embargo, en los estudios realizados en judokas masculinos no se han encontrado estas diferencias antes, durante y después de la competición en el IMC de los sujetos (*Degoutte et al.*, 2006; *Finaud et al.*, 2006).

Escasos estudios evalúan el índice de masa ponderal, entre ellos destacamos el de *Little et al.* (1991), donde no se observan diferencias significativas entre los grupos estudiados (judokas femeninas junior y senior; y judokas masculinos juveniles, junior y senior), encontrándose valores entre  $43,523 \pm 1,6$  y  $41,204 \pm 1,7 \text{ Kg/m}^2$ .

### Frecuencia Cardíaca (FC)

La determinación de la intensidad del ejercicio está bastante definida, tanto es así que el valor de la Frecuencia Cardíaca (FC) media durante el combate de judo, es uno de los parámetros fisiológicos conocidos más estables de este deporte.

La evaluación de la FC de reposo en judokas se centra en torno a 54–65  $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$  en judokas del sexo masculino (*Ebine et al.*, 2001; *Kingue et al.*, 2001; *Iglesias et al.*, 2003; *Degoutte et al.*, 2003 y 2004), siendo en las judokas femeninas ligeramente superior el rango, situándose entre 65 y 71  $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$  (*Ebine et al.*, 2001; *Kingue et al.*, 2001). Como se observa en la Tabla 2, la FC media de los judokas masculinos durante un combate de judo está entre los 180 y 182  $\text{lat}\cdot\text{m}^{-1}$  (*Degoutte et al.*, 2003 y 2004; *Iglesias et al.*, 2003; *Bonitch et al.*, 2005) siendo la información sobre judokas femeninas muy escasa.

La FC máxima alcanzada durante el combate está en torno a los 195-200  $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$ , siendo estos valores ligeramente inferiores en el género femenino (*Little et al.*, 1991; *De Créé et al.*, 1995). Sin embargo, *Little et al.* (1991) realiza una valoración fisiológica en judokas de élite y establece diferencias entre sexo y edad, sin mostrar diferencias significativas en cuanto a la FC máxima entre ambos sexos ni entre las categorías de edad de los sujetos.

En valores relativos, *Iglesias et al.* (2003) señalan que la FC media durante un combate de judo alcanza un 90,2% de la FC máxima, coincidiendo con *Thomas*

*et al.* (1990 en *Bonitch et al.*, 2006), quienes señalan que durante el combate de judo la curva de la FC se da en meseta, con valores que oscilan entre el 85-90% de la FC máxima.

Por otro lado, la bibliografía revisada muestra escasos estudios que traten la variación de la FC durante el desarrollo del combate de judo, ya que su carácter intermitente nos informaría del estado de éste parámetro durante las sucesivas pausas, en las que los judokas suelen tener periodos de descanso en torno a 12,5" (*Castarlenas y Planas*, 1997) a una intensidad alta para posteriormente reanudar otro esfuerzo de similar intensidad.

*Cottin et al.* (2004) realizó una comparación entre un combate de judo y un esfuerzo en cicloergómetro, reproduciendo las mismas características del combate con judokas masculinos de nivel nacional, en el que concluyen que las medidas de la variabilidad de la FC entre ambos ejercicios no muestran diferencias estadísticamente significativas.

No obstante, es interesante destacar el estudio de *Arruzza et al.* (1996) sobre las intensidades de diferentes formas de entrenamiento en judo, utilizando la FC como uno de los indicadores, además de establecer discrepancias entre judokas de diferen-

**Tabla 2.** Estudios más relevantes sobre la FC en Judo.

Autor (año)	Sexo	Nivel	Edad	FC reposo ( $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$ )	FC máx ( $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$ )	FC media Combate ( $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$ )
<i>Callister et al.</i> (1991)	M	Inter-Nac	24,4±0,9		188±2	
	F	Inter-Nac	23,8±1,5		196±2	
<i>Little et al.</i> (1991)	F	Nacional	15,48±0,7		196,22±6,67	
	F	Nacional	19,6±2,59		195,25±6,5	
	M	Nacional	14,7±0,86		201,12±8,25	
	M	Nacional	17,29±0,84		200,89±5,9	
	M	Nacional	25,95±5,29		198,77±6,21	
<i>Sanchis et al.</i> (1991)	M	Regional	18,32±2,75		172,35±16,3	
<i>De Créé et al.</i> (1995)	F	Inter	22,1±3,0		188±9	
<i>Ebine et al.</i> (2001)	M	Nacional	23,7±2,1	59,3±11,6		
	F	Nacional	17,8±2,5	65,8±8,3		
<i>Kingue et al.</i> (2001)	M	Nacional	19,8±3,18	64,0±5,6		
	F	Nacional	19,8±3,18	71,75±5,6		
<i>Degoutte et al.</i> (2003)	M	Nacional	18,4	54,7±0,2	198,2±0,7	182,4±0,4
<i>Franchini et al.</i> (2003)	M	Inter-Nac	22,3±3,6		191±1,0	
	M	Regional	19,9±2,1		203±7	
	M	Ciudad	22,6±3,7		199±9	
<i>Iglesias et al.</i> (2003)	M	Regional	22,6±1,52	65,2±8,7	200,2±6,53	180,6±6
<i>Degoutte et al.</i> (2004)	M	Nacional	18,4±3,4	54,7±3,8	198,2±6,6	182,4±7,3
<i>Bonich et al.</i> (2005)		Nacional-Inter	16±2		181±23	

tes niveles de competición. Los autores llegan a la conclusión, de que las formas de entrenamiento más comúnmente practicadas en los entrenamientos de judo se pueden ordenar de mayor a menor según los valores de FC obtenidos, quedando de tal forma: el randori (combate de forma libre) de 4 min 30 s es la más intensa, siguiéndole otro randori de 5 min 30 s, uchi-komi (repeticiones de la técnica sin llegar a proyectar) de vaivén cada 3 s, nage-komi cada 3 s durante 1 min 30 s, uchi-komi de vaivén cada 4 s y nage-komi (repeticiones de la técnica proyectando) cada 4 s, cada 1 min 30 s. Por otro lado, concluyen que los valores de FC registrados por los judokas Olímpicos son menores que los de nivel nacional. Houvenaeghel *et al.*, (2005), también realizan un estudio sobre la variabilidad de la FC durante un entrenamiento de judo de 20 judokas (10 chicos y 10 chicas) de 16 a 19 años de edad, en el cual registran datos entre 176-206 p/m, obteniendo un promedio de la FC máx en los chicos de  $197 \pm 5,4 \text{ lat}\cdot\text{min}^{-1}$  y en las chicas  $194,8 \pm 8,5 \text{ lat}\cdot\text{min}^{-1}$ , sin mostrar diferencias significativas.

### Consumo de oxígeno

Generalmente se ha observado que los judokas poseen un consumo máximo de oxígeno ( $\text{VO}_{2\text{máx}}$ ) que se encuentra entre

43-65  $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  (Taylor *et al.*, 1981), valores situados por encima de la población sedentaria, que están en torno a 35-42  $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  (Wilmore y Costill, 2004).

De los datos consultados, se observaron diferencias en cuanto al género de los judokas, ya que los judokas masculinos poseen un rango superior de  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  al de las judokas del sexo femenino: 44 a 64  $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  frente a 43-53  $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  respectivamente (Taylor *et al.*, 1981; Callister *et al.*, 1990; Callister *et al.*, 1991; Little *et al.*, 1991; De Créé *et al.*, 1995; Mansilla *et al.*, 2001; Degoutte *et al.*, 2003; Franchini *et al.*, 2003; Cottin *et al.*, 2004; Degoutte *et al.*, 2004).

Sin embargo, en cuanto a los niveles basales de  $\text{VO}_2$ , Ebine *et al.* (1991) valoraron este parámetro en judokas de ambos géneros de nivel nacional, no mostrando diferencias entre ellos, siendo de  $3,58 \pm 1,8$  y  $3,38 \pm 0,23 \text{ l}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  en hombres y mujeres respectivamente.

Parece ser que el entrenamiento en judo durante 6 semanas produce una adaptación fisiológica que provoca un aumento del  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  según indican De Créé *et al.*, (1995) en su estudio con judokas femeninas de alto rendimiento. Por otra parte Little *et al.* (1991) lo corroboran, ya que realizaron un estudio en el que distinguen entre categorías de edad y género, con-

cluyendo que las judokas femeninas incrementan su  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  conforme aumenta su edad. Estos mismos autores muestran diferencias estadísticamente significativas entre el  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  de los judokas masculinos entre las categorías juvenil ( $57,62 \pm 3,42 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) respecto a la júnior ( $59,26 \pm 3,95 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) y la senior ( $53,75 \pm 5,57 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Sin embargo, Callister *et al.* (1990) no encuentran mejoras en el  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  y submáximo tras 10 semanas de entrenamiento en judokas de élite, pudiendo indicar que los judokas adultos entrenados no sufren una mejora de este parámetro con el entrenamiento.

El estudio de Majeau *et al.* (1986) describe los valores del consumo máximo de oxígeno de 24 judokas masculinos componentes de las selecciones nacionales cadete y júnior. En los resultados, los valores se han expuesto individualmente y distinguiendo entre categorías de peso, aparecen datos muy variados, enmarcados todos en la amplia franja de 34-65  $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ . Coincidiendo con los valores expuestos de 47,6 a 57,1  $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  (Frings-Dresen, *et al.*, 1987; y Yanez, 1979). No obstante, si se enmarca a los judokas según su categoría de peso en ligero, medio y pesado, se encuentra que los judokas de peso ligero poseen unos valores de  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  entre 39-57  $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , los judokas de peso medio obtienen valores que se sitúan en-

**Tabla 3.** Estudios más relevantes sobre el  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  en judokas.

Autor (año)	Sexo	Nivel	Edad (años)	$\text{VO}_{2\text{máx}}$ ( $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )
Taylor <i>et al.</i> (1981)	M	Internacional	21,8	57,50
Callister <i>et al.</i> (1990)	M	Inter-Nacional	25,6 $\pm$ 1,5	53,2 $\pm$ 1,4
		Inter-Nacional	24,0 $\pm$ 1,9	51,9 $\pm$ 0,8
Callister <i>et al.</i> (1991)	M	Inter-Nacional	24,4 $\pm$ 0,9	55,6 $\pm$ 1,8
	F	Inter-Nacional	23,8q1,5	52,0 $\pm$ 1,4
Little <i>et al.</i> (1991)	F	Nacional	15,48 $\pm$ 0,7	45,09 $\pm$ 3,68
	F	Nacional	19,6 $\pm$ 2,59	43,72 $\pm$ 3,51
	M	Nacional	14,7 $\pm$ 0,86	57,62 $\pm$ 3,42
	M	Nacional	17,29 $\pm$ 0,84	59,26 $\pm$ 3,95
	M	Nacional	25,95 $\pm$ 5,29	53,75 $\pm$ 5,57
De Créé <i>et al.</i> (1995)	F	Internacional	22,1 $\pm$ 3,0	50,9 $\pm$ 2,8 - 52,8 $\pm$ 3,0
Mansilla <i>et al.</i> (2001)	M	Nacional-Regional		61,65 $\pm$ 1,43
Degoutte <i>et al.</i> (2003)	M	Nacional	18,4 $\pm$ 1,6	55,0 $\pm$ 0,5
Franchini <i>et al.</i> (2003)	M	Inter-Nacional	22,3 $\pm$ 3,6	63,0 $\pm$ 10,3
	M	Regional	19,9 $\pm$ 2,1	62,9 $\pm$ 9,3
	M	Ciudad	22,6 $\pm$ 3,7	64,9 $\pm$ 5,5
Cottin <i>et al.</i> (2004)	M	Nacional	22,6 $\pm$ 2,1	44,5 $\pm$ 6,0
Degoutte <i>et al.</i> (2004)	M	Nacional-Regional	18,4 $\pm$ 3,4	55,0 $\pm$ 2,9

tre 42–59,5 mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, y los judokas pesados muestran un ligero descenso en el VO<sub>2máx</sub> hasta centrarse entre los valores de 34–53,7 mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>.

Por lo tanto, los valores relacionados con el VO<sub>2máx</sub> en judokas dependerán del género y de la categoría de peso. No obstante, la solicitud del Consumo de oxígeno durante un combate de judo, se ha determinado cercano al 100% del VO<sub>2máx</sub> de cada individuo (Gorostiaga, 1988).

### Valoración hematológica

La sangre es una parte muy importante del medio interno del organismo. Su valoración proporciona la oportunidad de ver si el cuerpo es capaz de mantener en equilibrio la homeostasis, tan importante en el deporte. Ofrece también la posibilidad de conocer el sistema inmunológico y la relación entre la mejora del rendimiento y el estado de salud del deportista. Permite por tanto valorar lo que el alto rendimiento puede influir en la salud, y prevenir riesgos.

La valoración hematológica en judokas centra su atención en la cantidad total en sangre de eritrocitos y leucocitos. Tal es así que Malczewska *et al.* (2004) muestran que judokas masculinos de alto nivel (20–31 años) poseen aproximadamente 4,82·10<sup>12</sup>·l<sup>-1</sup> y 5,8·10<sup>9</sup>·l<sup>-1</sup> de eritrocitos y leucocitos respectivamente. En relación a la hemoglobina y el % de hematocrito en sangre, el mismo autor expone valores de 15,5 g·l<sup>-1</sup> y 43% en judokas masculinos de élite, todos ellos encasillados dentro del rango de normalidad que está situado en 7·10<sup>9</sup>·l<sup>-1</sup> (Wilmore y Costill, 2004).

Umeda *et al.* (2004a) evalúan los valores de hemoglobina y hematocrito durante un periodo de entrenamiento antes de la competición, donde los judokas realizan bajadas de peso la última semana. Estos parámetros aparecen estables durante todo el periodo de estudio, entre 14,9–15,4 g·dl<sup>-1</sup> y 46,1–48% respectivamente. Ohta *et al.* (2002) coincide con estos valores, ya que señala que sus judokas poseen un % de hematocrito entre 45–46 % durante todo el periodo de estudio. Según Chinda *et al.* (2003), ocurre lo mismo con judokas masculinos de categoría júnior, ya que tras valorar los efectos del entrenamiento de judo sobre

los parámetros citados en judokas masculinos de 18 ± 0,1 años, los niveles de hemoglobina y hematocrito no sufren cambios tras el entrenamiento. Por otro lado, Koury *et al.* (2005) evalúan los efectos del periodo de descanso tras la competición sobre estos parámetros hematológicos en judokas masculinos de élite, sugiriendo que un periodo de recuperación de 24 horas a 5 días favorece el ajuste homeostático en la cantidad de eritrocitos.

La bibliografía muestra escasos estudios sobre las judokas femeninas, e incluso, escasas investigaciones en edades que no sean adultas. Cabe destacar el estudio de Su *et al.* (2001), que muestra los valores de hemoglobina y hematocrito en judokas masculinos de 16 años, siendo 137 ± 12/g·l<sup>-1</sup> y 42 ± 4% respectivamente; observándose datos inferiores a los judokas adultos. Además evalúa los efectos del entrenamiento sobre los parámetros tratados durante 5 semanas, teniendo como consecuencia una disminución significativa en ambas variables hematológicas (128 ± 12/g·l<sup>-1</sup> y 39 ± 3% respectivamente), al contrario de lo encontrado en judokas adultos (Ohta *et al.*, 2002; Chinda *et al.*, 2003; Umeda *et al.*, 2004a).

Para su conocimiento, Rau *et al.* (1999) realizaron un estudio sobre los efectos fisiológicos del estrangulamiento en judokas masculinos adultos. Se tomaron muestras hematológicas antes y después del mismo no apareciendo diferencias significativas entre las dos evaluaciones.

Los parámetros inmunológicos también han sido tratados en diversos estudios que evalúan los efectos de las bajadas de peso bruscas junto con el entrenamiento de élite. Umeda *et al.* (2004a) estudian los efectos de la reducción de peso brusca sobre la hemoglobina y sus complementos, y en los judokas masculinos (19 años aproximadamente) junto con niveles altos de entrenamiento durante 20 días. El grupo con bajada de peso sufre un descenso significativo de leucocitos en sangre un día antes de la competición (6.329 ± 1.847–5.497 ± 1.130 cel·mm<sup>2</sup>), sin embargo este descenso no se ha manifestado en los judokas del grupo control, pudiendo indicar que la pérdida brusca de peso, combinada con el entrenamiento intenso, induce una disminución del sistema inmune y por lo tanto pone en peligro la salud

de estos deportistas. Estudios similares (Kowatari *et al.*, 2001; Ohta *et al.*, 2002) no muestran estos resultados respecto al descenso de la cantidad de leucocitos en sangre tras 20 días de bajada de peso y entrenamiento en judokas masculinos de las mismas edades, ya que los valores se mantienen constantes entre 6.300–6.520 cel·mm<sup>2</sup>. Incluso Kowatari *et al.* (2001) incluyen en la evaluación hematológica la cantidad de linfocitos y neutrófilos en sangre, no mostrándose diferencias significativas en ninguno de los 3 grupos (mantenimiento de peso, baja reducción de peso y alta reducción de peso) durante todo el periodo de estudio (2,28 ± 0,4–2,91 ± 1,18·10<sup>9</sup>·L<sup>-1</sup> de linfocitos y 2,12 ± 0,4–3,45 ± 1,08·10<sup>9</sup>·L<sup>-1</sup> de neutrófilos).

Por otro lado, y valorando sólo los efectos del entrenamiento en judokas masculinos de 18 años aproximadamente los valores de leucocitos y neutrófilos en sangre muestran un aumento significativo después de un entrenamiento de judo de ±1,2 a 10,7±1,8·10<sup>3</sup>/μL y de 2,98±0,82 a 7,95±1,80·10<sup>3</sup>/μL respectivamente (Chinda *et al.*, 2003).

Los estudios Ohta *et al.* (2002) y Umeda *et al.* (2004a) controlan la variabilidad de IgG, IgA e IgM durante 4 momentos diferentes en el periodo de estudio (20, 7 y 1 día antes de la competición y 5 días después) en sujetos de las mismas edades (19–20 años) divididos según el rango de pérdida de peso. Ohta *et al.* (2002) muestran una disminución significativa de los tres tipos de inmunoglobulinas en el grupo de alta reducción de peso, sin embargo en Umeda *et al.* (2004a) sólo se observa una disminución en IgG y IgM en el grupo de reducción de peso. Los valores referentes a los grupos de mantenimiento de peso permanecen constantes en ambos trabajos durante el periodo del estudio; coincidiendo con algunos de los autores citados anteriormente, que afirman que la reducción de peso corporal brusca junto con la práctica de entrenamiento intenso puede inducir una disminución de la capacidad del sistema inmune de los deportistas (Ohta *et al.*, 2002; Umeda *et al.*, 2004a). Por otro lado, y coincidiendo con los autores anteriores, Kurakake *et al.* (1998) mostraron que los valores de IgM y complementos disminuyeron en judokas masculinos antes de los

enfrentamientos de una competición, y no retomaron los valores iniciales hasta 10 días después de la competición.

Kim *et al.* (2002), único estudio encontrado que trata parámetros inmunológicos en judokas de sexo femenino de alto nivel y con una edad media de 20 años, realizan una descripción del estado nutricional de las judokas comparándolo con un grupo de mujeres sedentarias de la misma edad y señalan que las judokas poseen niveles de IgG y IgM significativamente menores que el grupo de mujeres sedentarias. Indicando, del mismo modo que en los estudios anteriores con judokas masculinos, que los altos niveles de entrenamiento unido a un desequilibrio en la alimentación en judokas del sexo femenino pueden ir acompañados de un estado inmunológico bajo, afectando al rendimiento deportivo y a la salud de las judokas.

### Valoración electrolítica

El judo, a pesar de ser un deporte de alta intensidad, donde algunos de los judokas llegan a la competición deshidra-

tados debido a la bajada de peso para establecerse en su categoría (Harrison *et al.*, 2003) no existen muchos estudios sobre los cambios a nivel electrolítico tras una competición de judo. Tanto es así, que son casi inexistentes los estudios que investigan sobre los cambios a nivel de electrolitos en sudor; e incluso que valoren estos parámetros a nivel sanguíneo.

Sin embargo, en algunos trabajos se controlan estos parámetros a través de la ingesta diaria. Filaire *et al.* (2001b) registran la cantidad de ingesta de sodio, potasio y magnesio en un grupo de judokas masculinos de nivel regional, todos ellos de la categoría de -73 kg, durante dos momentos: tras un periodo de mantenimiento de peso, en el cual se extraen  $4,2 \pm 0,6$  g,  $3,5 \pm 0,7$  g y  $3,96 \pm 12,2$  g respectivamente; y tras un periodo de 7 días de restricción de comida, donde la cantidad media de sodio y magnesio disminuye significativamente ( $2,17 \pm 0,1$  g y  $216,8 \pm 15,6$  mg), los valores de potasio también disminuyen, pero sin llegar a ser significativos ( $2,2 \pm 0,1$  g). Boisseau

*et al.* (2005) muestran que un grupo de judokas femeninas entre 14 y 16 años disminuyen la cantidad de calcio, fósforo y magnesio la semana antes de la competición, llegando a situar los valores de magnesio por debajo del rango de normalidad. Además, estos resultados van acompañados de un descenso significativo de la ingesta de agua en estas judokas adolescentes antes de la competición ( $4,22 \pm 0,41 - 3,87 \pm 0,18$  L). Por lo que el proceso de pérdida de peso y una consecuente deshidratación está mermando la homeostasis en este tipo de parámetros.

### Conclusión

Para concluir, cabe señalar la enorme relevancia que posee el control de estos parámetros fisiológicos en judokas de élite, a la hora de controlar el entrenamiento deportivo y la planificación del mismo, con el objetivo principal de mantener la salud de los deportistas y, a posteriori, alcanzar el máximo rendimiento deportivo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arruza, J., Alzate, R. y Valencia, J. (1996). Esfuerzo percibido y frecuencia cardíaca de la intensidad de los esfuerzos en el entrenamiento de judo. *Revista de Psicología del Deporte*, 9-10, 29-40.
- Boisseau, N., Vera Pérez, S. y Poortmans, J. (2005). Food and Fluid Intake in Adolescent Female Judo Athletes Before Competition. *Pediatric Exercise Science*, 17, 1, 62-71.
- Bonitch, J., Ramírez, J., Femia, P., Feriche, B. y Padial, P. (2005). Validating the relation between heart rate and perceived exertion in a judo competition. *Medicina Dello Sport*, 58, 1, 23-28.
- Bonitch, J.G. (2006). *Evolución de la fuerza muscular relacionada con la producción y aclaración del lactato en sucesivos combates de judo*. Tesis doctoral, Universidad de Granada.
- Callister, R., Callister, R.J., Fleck, S.J. y Dudley G.A. (1990). Physiological and performance responses to overtraining in elite judo athletes. *Medicine Science Sports Exercise*, 22(6), 816-24.
- Callister, R., Callister, R.J., Staron, R.S., et al. (1991). Physiological Characteristics of elite judo athletes. *International Journal Sports Medicine*, 12: 196-203.
- Carter, L. y Heath, B. (1990) Somatotyping. Development and applications. Cambridge: University press.
- Castarlenas, J.L. y Planas, A. (1997). Estudio de la estructura temporal del combate de judo. *Apunts Educación Física y Deportes*, 47, 32-39.
- Cavas, L., Arpinar, P. y Yurdakoc, K. (2005). Possible interactions between antioxidant enzymes and free sialic acids in saliva. A preliminary study on elite judoists. *International Journal Sports Medicine*, 26, 832-835.
- Chinda, D., Umeda, T., Shimoyama, T., Kojima, A., Tanabe, M., Nakaji, S. y Sugawara, K. (2003). The acute response of neutrophil function to a bout of judo training. *Luminescence*, 18, 5, 278-282.
- Claessens, A.M.S., Buenen, G.P., Simons, J.M. y Wellens, R.I. (1987). Somatotype and body structure of world top judoists. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*, 27, 105-13.
- Cottin, F., Papelier, Y., Durbin, F., Maupu, P. y Escourrou, P. (2001). Heart rate comparative study by spectral analysis between two exercises: ergocycle vs judo randori. *Science and Sports*, 16, 6, 295-305.
- Cottin, F., Durbin, F. y Papelier, Y. (2004). Heart rate variability during cycloergometric exercise or judo wrestling eliciting the same heart rate level. *European Journal of Applied Physiology*, 3.
- De Cree, C., Lewin, R. y Barros, A. (1995). Hypoestrogenemia and rhabdomyolysis (myoglobinuria) in the female judoist: a new worrying phenomenon? *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 80,12, 3639-46.
- Degoutte, F. (2003). Energy demands during a judo match and recovery. *BJSM*, 37, 245-249 .

- Degoutte, F., Jouanel, P. y Filaire, E. (2004). Mise en evidence de la sollicitation du cycle des purines nucleotides lors d'un combat de judo. / (Solicitation of protein metabolism during a judo match and recovery.). *Science Et sports*, 19, 1, 28-33.
- Degoutte, F., Jouanel, P., Bègue, R.J., Colombier, M., Lac, G., Pequignot, J.M. y Filaire, E. (2006). Food restriction, performance, Biochemical, Psychological and endocrine changes in judo athletes. *International Journal Sports Medicine*, 27, 9-18.
- Ebine, K., Yoneda, I. y Hase, H. (1991). Physiological characteristics of exercise and findings of laboratory tests in Japanese elite judo athletes. *Medicine du Sport*, 65,73-9.
- Filaire, E., Maso, F., Sagnol, M., Ferrand, C. y Lac, G. (2001a). Anxiety, Hormonal Responses, and Coping During a Judo Competition. *Aggressive Behavior*, 27, 1, 55-63.
- Filaire, E., Sagnol, M., Ferrand, C., Maso, F. y Lac, G. (2001b). Psychophysiological stress in judo athletes during competitions. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41, 2, 263-268.
- Filaire, E., Maso, F., Degoutte, F., Jouanel, P. y Lac, G. (2001c). Food restriction, performance, Psychological state and lipid values in judo athletes. *International Journal Sports Medicine*, 22, 454-459.
- Filaire, E., Rouveix, M., Pannafieux, C. y Ferrand, C. (2007). Eating attitudes, perfectionism and body-esteem of elite male judoists and cyclists. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 50-57.
- Finaud, J., Degoutte, F., Scislawski, V., Rouveix, M., Durand, D. y Filaire, E. (2006). Competition and Food Restriction Effects on Oxidative Stress in Judo. *International Journal Sports Medicine*, 27, 834-841.
- Franchini, E., Yuri Takito, M., Yuzo Nakamura, F., Ayumi Matsushige, K. y Peduti Dal'Molin Kiss, M.A. (2003). Effects of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*, 43, 4, 424-31.
- Franchini, E., Velly Nunes, A., Morrison, J. y Boscoso, F. (2007). Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. *Journal of Physiological Anthropology*, 26, 59-67.
- Frings-Dresen, M., Etteradossi, J. y Favre-Juvin, A. (1987). A puissances maximales aerobie, anaerobie alactique et force musculare isométrique des skieurs alpins, skieurs de fond et judokas. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*, 20, 432-4.
- Gorostiaga, E.M. (1988): Coste energético del combate de Judo. *Apunts Medicina Sport*, XXV, 135-139.
- Harrison, A., Thompson, K.G., Cosgrove, M., Hardman, S. y Dietzig, B. (2003). Physical characteristics and body mass management of international judo players. *Journal of Sports Sciences*, 21, 4, 275. (Abstract)
- Houvenaeghel, M., Bizzari, C., Giallurachis, D. y Demelas, J.M. (2005). Continuous recording of heart rate during specific exercises of judo. *Science et Sports*, 20, 1, 27-32.
- Iglesias, E., Clavel, I., Dopico, J. y Tuimil, J.L. (2003). Efecto agudo del esfuerzo específico de judo sobre diferentes manifestaciones de la fuerza y su relación con la frecuencia cardíaca alcanzada durante el enfrentamiento. *Rendimiento Deportivo*, 6, 027.
- Kim S.H., Kim H.Y.P., Kim W.K. y Park O.J. (2002). Nutritional status, iron-deficiency-related indices, and immunity of female athletes. *Nutrition*, 18, 1, 86-90(5).
- Kingue S., Binam F., Nde Ndjiele J.F. y Atchou, G. (2001). Ultrasonographic study of left ventricular function in a group of cameroonian judokas. *Science and Sports*, 16, 1, 10-15(6).
- Koury, J.C., De Oliveira, C.F., Portella, E.S, Oliveira, A.V. Jr. y Donangelo C.M. (2005). Effect of the period of resting in elite judo athletes: hematological indices and copper/ zinc-dependent antioxidant capacity. *Biological Trace Element Research*, 107, 3, 201-11.
- Kovacs, M. (2007). Tennis Physiology: Training the competitive Athlete. *Sports Medicine*, 37, 3, 189-198.
- Kowatari, K., Umeda, T., Shimoyama, T., Nakaji, S., Yamamoto, Y. y Sugawara K. (2001). Exercise training and energy restriction decrease neutrophil phagocytic activity in judoists. *Medicine Science Sports Exercise*. 33, 4, 519-24.
- Kubo, J., Chishaki, T., Nakamura, N., Muramatsu, T., Yamamoto, Y., Ito, M., Saitou, H. y Kukidome T. (2006). Differences in fat-free mass and muscle thicknesses at various sites according to performance level among judo athletes. *Journal Strength Conditioning Research*. 20, 3, 654-7.
- Kurakake, S., Umeda, T., Nakaji, S., Sgawara, K., Saito, K. y Yamamoto, Y. (1998). Changes in physical characteristics, hematological parameters and nutrients and food intake during weight reduction in judoists. *Environmental health and preventive medicine*, 3, 3, 152-157.
- Krustulovic, S., Zuvela, F. et Katic, R. (2006). Biomotor systems in elite junior judoists. *Colloquium Antropologicum*. 30, 4, 845-51. (Abstract).
- Little, N.G. (1991). Physical performance attributes of junior and senior women, juvenile, junior, and senior men judokas. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*. 31, 4, 510-20.
- Luque, A., Martínez, A., López, F., Martínez, A., y Villegas, J.A. (2006). Valoración Multimétodo de la composición corporal en karatecas. *Revista Archivos de Medicina del Deporte*, Volumen XXIII, (2), nº112.
- Mansilla, M., Villa, J.G., García, J., López, C. y Ruiz, G. (2001). Valuation of the state of judokas physical condition for judo competition by means of the "Uchi-Komis Test in series". *The 2nd International Judo Federation World Judo Conference Scientific Studies on Judo*. (Abstract).
- Majeau, H. y Gaillat, M.L. (1986). Etude de l'acide lactique sanguine chez le judoka au cours de la saison 1984-1985. *Medicine du sport*. 60, 4,198-203.
- Malczewska, J., Stupnick, R., Blach, W. y Turek-Lepa, E. (2004). The effects of physical exercise on the concentrations of ferritin and transferrin receptor in plasma of male judoists. *International Journal Sports Medicine*. 25, 516-521.
- Ohta, S., Nakaji, S., Suzuki, K., Totsuka, M., Umeda, T. y Sugawara K (2002). Depressed humoral immunity after weight reduction in competitive judoists. *Luminescence*. 17, 3, 150-7.
- Prouteau, S., Benhamou, L. y Courteix, D. (2006a). Relationships between serum leptin and bone markers during stable weight,



- weight reduction and weight regain in male and female judoists. *European Journal of endocrinology*, 154, 389-395.
- Rau, R., Raschka, C., Brunner, K. y Banzer, W. (1999). Physiological effects of judo-induced choking via hormonal and electroencephalographic analysis. *Science and Sports*, 14, 2, 77-87(11).
- Sanchís, C., Suay, F., Salvador, A., Llorca, J. y Moro. (1991). Una experiencia en la valoración fisiológica de la competición de judo. *Apunts de Medicina de l'Esport*. Vol. XXVII, 5-58.
- Serrano, M.A., Salvador, A., González Bono, E., Sanchís, C. y Suay, F. (2001). Relationships Between Recall of Perceived Exertion and Blood Lactate Concentration in a Judo Competition. *Perceptual and Motor Skills*, 92, 2, 1139-1148.
- Su, Y.C., Lin, C.J., Chen, K.T., Lee, S.M., Lin, J.S., Tsai, C.C., Chou, Y. y Lin, J.G. (2001). Effects of Huangqi Jianzhong Tang on hematological and biochemical parameters in judo athletes. *Acta Pharmacologica Sinica*, 22, 12, 1154-1158.
- Suzuki, M., Nakaji, S., Umeda, T., Shimoyama, T., Mochida, N., Kojima, A., Mashiko, T. y Sugawara K. (2003). Effects of weight reduction on neutrophil phagocytic activity and oxidative burst activity in female judoists. *Luminescence*. 18, 4, 214-7.
- Taylor, A.W. y Brassard, L. (1981). A physiological profile of the canadian judo team. *Journal Sports Physical Fitness*, 21, 160-4.
- Toda, M., Morimoto, K., Fukuda, S., Umeda, T., Nakaji, S. y Sugawara, K. (2001). The Effect of the Weight Reduction on the Salivary Cortisol Levels of Judo Players. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 6, 2, 113-116.
- Umeda, T., Nakaji, S., Shimoyama, T., Kojima, A., Yamamoto, Y. y Sugawara, K. (2004a). Adverse effects of energy restriction on changes in immunoglobulins and complements during weight reduction in judoists. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44, 3, 328.
- Umeda, T., Nakaji, S., Shimoyama, T., Yamamoto, Y., Totsuka, M. y Sugawara, K. (2004b). Adverse effects of energy restriction on myogenic enzymes in judoists. *Journal of Sports Sciences*, 22, 329-338.
- Wilmore et Costill. (2004). *Fisiología deportiva*. Editorial: Paidotribo. (Barcelona).
- Yáñez, J.A. (1979). Capacidad de trabajo aerobio y anaerobio de atletas de judo presentación de un método para su cuantificación. *Boletín Científico-Técnico Inder-Cuba* (Havana), 17, 1, 17-31.
- Yoshioka, Y., Umeda, T., Nakaji, S., Kojima, A., Tanabe, M., Mochida, N. y Kazuo Sugawara. (2006). Gender Differences in the Psychological Response to Weight Reduction in Judoists. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 16, 187-198