

FISIOLOGÍA DEL ESFUERZO EXERCISE PHYSIOLOGY

CO-16. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EN JUDOCAS ESPAÑOLES DE ÉLITE Y SU RELACIÓN CON EL *SPECIAL JUDO FITNESS TEST*

Casals C¹, Escobar-Molina R², Barranco-Ruiz Y¹, Rosillo S¹, Carratalá V³, Huertas JR¹.

¹Departamento de Fisiología, ²Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Centro de Investigaciones Biomédicas de la Universidad de Granada, ³Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de Valencia.

Introducción: El objetivo del presente estudio es determinar asociaciones entre variables antropométricas de judocas y su rendimiento físico, evaluado a través de un test específico de judo.

Material y métodos: Participaron 58 judocas (38 mujeres y 19 hombres) seleccionados por la Real Federación Española de Judo, pertenecientes a las categorías Senior, Sub23, Sub20 y Cadetes. Durante el periodo competitivo se realizó una valoración de la composición corporal (Tabla 1), siguiendo la metodología descrita en el consenso de cineantropometría del Grupo Español de Cineantropometría; y una valoración de la condición física específica mediante el *Special Judo Fitness Test* (SJFT). El índice del SJFT se calculó sumando la frecuencia cardiaca al concluir el test y al minuto, dividido por el número total de proyecciones realizadas. La frecuencia cardiaca se monitorizó con el pulsómetro Polar TEAM 2 PRO. Se realizaron correlaciones de

Pearson o Spearman, entre variables antropométricas y el SJFT, usando el paquete estadístico SPSS 18.0.

Resultados: El índice del SJFT se correlaciona significativamente con el índice de masa corporal (IMC) en hombres ($r=0,60$; $p<0,01$), pero no con otras variables relacionadas con la composición corporal: porcentaje de grasa, músculo, pliegues cutáneos, ectomorfia, mesomorfia o endomorfia.

En los judocas varones, el índice del SJFT (Tabla 1) se correlaciona significativamente con el perímetro del bíceps ($r=0,70$; $p<0,001$), muslo ($r=0,59$; $p<0,01$) y pierna ($r=0,57$; $p<0,01$); y con el área muscular de brazo ($r=0,66$; $p<0,003$) y pierna ($r=0,51$; $p<0,05$). En el grupo de mujeres no encontramos correlaciones significativas para ninguna de las variables antropométricas.

Conclusiones: Los judocas varones de menor masa grasa y muscular muestran mayor rendimiento en el SJFT, por lo que la agilidad parece ser más determinante que la fuerza máxima. Las mujeres judocas de élite tienen una alta variabilidad antropométrica para el mismo nivel de rendimiento deportivo, así estas características no parecen determinantes.

Palabras clave: Judo. Antropometría. Rendimiento deportivo.

CO-17. α -ACTINA EN SUERO COMO MARCADOR DE DAÑO SARCOMÉRICO EN PRUEBAS DE ESFUERZOS SUBMAXIMAS

Barranco-Ruiz Y¹, Aragón-Vela J¹, Casals C¹, Rosillo S¹, Amat A², De Teresa C³, Huertas JR¹.

¹Departamento de Fisiología, Facultad de Ciencias del Deporte, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Centro de Investigaciones Biomédicas, de la Universidad de Granada, España, ²Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad de Jaén, ³Centro de Medicina Deportiva de Granada (Junta de Andalucía).

Introducción: La fisiología del esfuerzo requiere de marcadores sanguíneos de daño muscular que discriminen el síndrome de sobreentrenamiento de microtraumas adaptativos, los cuales son necesarios para la inducción y/o mantenimiento de la hipertrofia muscular de atletas. En la actualidad se emplean numerosos marcadores (Creatina Quinasa, Mioglobina, Lactato Deshidrogenasa, etc.), pero no son de origen sarcomérico muscular sino citosólicos sistémicos. El objetivo de nuestro estudio es verificar si la proteína sarcomérica, α -actina, podría ser de utilidad en la discriminación de traumas adaptativos frente a fases iniciales de fatiga crónica.

Material y métodos: Han participado 31 varones pertenecientes a dos grupos, sedentarios y atletas (Tabla 1). Los sujetos fueron sometidos a una prueba de esfuerzo submáxima e incremental en cicloergómetro (inicio a 75 w e incrementos de 25 w/minuto, hasta alcanzar las 170 ppm). Se extrajeron dos muestras de sangre de 5 ml de la vena antecubital, una en reposo y otra al minuto de concluir la prueba. Como marcadores sanguíneos de daño sarcomérico se determinaron en suero α -Actina por Western

Tabla 1. Datos de edad, peso, estatura, grasa corporal, endomorfia, mesomorfia, ectomorfia, área muscular de brazo y pierna, e índice obtenidos en el *Special Judo Fitness Test* de los sujetos participantes en el estudio. EEM = error estándar de la media.

Parámetro	Mujeres		Hombres	
	Media	EEM	Media	EEM
Edad (años)	20,11 ±	0,75	20,11 ±	0,42
Peso (kg)	63,12 ±	2,52	81,72 ±	4,10
Estatura (cm)	163,50 ±	1,21	177,11 ±	1,93
Masa grasa corporal (%)	19,95 ±	1,38	9,60 ±	1,18
Endomorfia	3,82 ±	0,31	2,67 ±	0,41
Mesomorfia	4,24 ±	0,25	5,27 ±	0,25
Ectomorfia	1,98 ±	0,19	1,66 ±	0,24
Área muscular del brazo (cm ²)	59,63 ±	2,47	85,20 ±	3,23
Área muscular de la pierna (cm ²)	136,31 ±	5,23	193,72 ±	7,28
Índice del <i>Special Judo Fitness Test</i>	13,46 ±	0,24	12,85 ±	0,24
"n"	38		19	

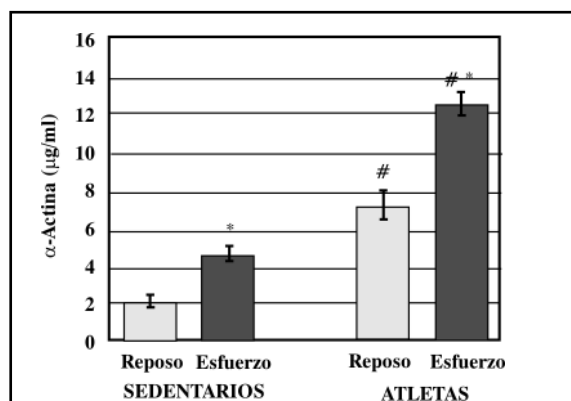
Blot y la isoforma cardiaca de la Troponina I (cTnI) por inmunoensayo. También se analizó en sangre hematocrito y lactato (Lactate Pro, Carlton, Australia). La comparación de las medias se realizó mediante una ANOVA de un factor, considerando un $p < 0.05$ como significativo.

Resultados: Nuestros resultados (Tabla 1 y Figura 1) demuestran que el origen de la α -actina es de músculo esquelético dado que las concentraciones séricas de la isoforma cardiaca de Troponina I son muy bajas. La prueba de esfuerzo determinó un incremento significativo de α -actina en ambos grupos, aunque superior en atletas que en sedentarios y dependiente por tanto de la mayor potencia y duración alcanzada en la prueba de esfuerzo. Asimismo muestran que los atletas tienen en reposo unos valores netamente superiores que los sujetos sedentarios, lo que podría estar relacionado con un acumulo en el tiempo por las sesiones de entrenamiento y podría ser indicador del grado de microtraumas adaptativos, relacionados con el mantenimiento de la hipertrofia muscular.

Tabla 1. Características de los sujetos participantes en el estudio y datos ergométricos y bioquímicos en reposo y tras la prueba de esfuerzo. *indica diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre esfuerzo vs reposo y #entre atletas vs sedentarios ppm = pulsaciones por minuto. EEM = error estándar de la media

Parámetro	Condición	Sedentarios		Atletas	
		Media	EEM	Media	EEM
Edad (años)		36,50 ± 3,46		35,60 ± 3,01	
Peso (Kg)		78,82 ± 2,63		71,46 ± 2,24#	
Estatura (cm)		174,44 ± 1,89		175,10 ± 1,88	
Entrenamiento (h/semana)		1,28 ± 0,32		13,93 ± 0,66#	
Tiempo hasta 170 ppm (min)	Esfuerzo	5,31 ± 0,31		8,40 ± 0,53#	
Potencia máxima hasta 170 ppm(W)	Esfuerzo	182,81 ± 7,81		260,00 ± 13,32#	
Lactato (mmol/l)	Reposo	1,30 ± 0,06		1,40 ± 0,11	
	Esfuerzo	6,18 ± 0,50*		6,71 ± 0,40*	
Hematocrito (%)	Reposo	46,21 ± 0,56		45,07 ± 0,73	
	Esfuerzo	48,45 ± 0,49*		47,05 ± 0,65*	
Troponina I (ng/ml)	Reposo	0,009 ± 0,003		0,005 ± 0,002	
	Esfuerzo	0,006 ± 0,002		0,001 ± 0,001	
"n"		16		15	

Figura 1. Valores medios # de α -actina en reposo y al concluir la prueba de esfuerzo submáxima (Esfuerzo) *indica diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre esfuerzo vs reposo y #entre atletas vs sedentarios EEM = error estándar de la media



Conclusiones: El análisis de α -actina por western blot en suero podría ser de gran utilidad para la discriminación de traumas adaptativos frente a fases iniciales de fatiga crónica y/o para ajustar la intensidad-volumen de entrenamiento con las fases de recuperación.

Palabras clave: α -Actina. Daño sarcomérico. Prueba de esfuerzo.

CO-18. LA EXPOSICIÓN AGUDA A ALTI-TUD PREVIENE EL ESTRÉS OXIDATIVO POR UNA MOVILIZACIÓN DE ANTIOXIDANTES PLASMÁTICOS

Casals C¹, Gomes SN¹, López-Contreras G², Rosillo S¹, Aragón-Vela J¹, De Teresa C³, Huertas JR¹.

¹Departamento de Fisiología, ²Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos y Centro de Investigaciones Biomédicas de la Universidad de Granada, ³Centro de Medicina Deportiva de la Junta de Andalucía, Granada.

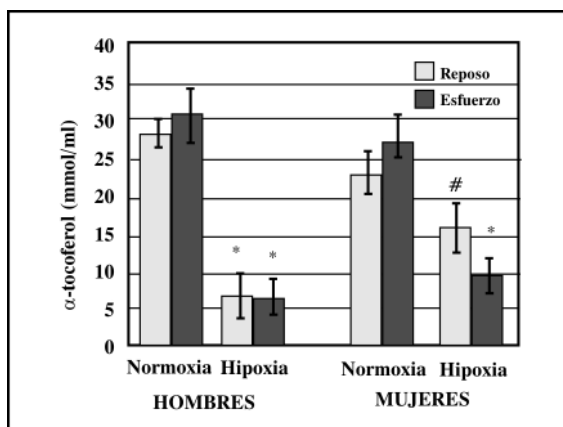
Introducción: Existe una gran controversia sobre el efecto de la hipoxia en el estatus oxidativo de deportistas; además, la mayoría de estudios analizan los mecanismos de adaptación tras un periodo de aclimatación y no contemplan el efecto de las exposiciones agudas. Así, nuestro estudio pretende comprobar el efecto del ejercicio y la exposición aguda a una altitud moderada sobre el estrés oxidativo en nadadores.

Material y método: Diez nadadores entrenados (Tabla 1) realizaron dos sesiones idénticas de entrenamiento de 90 minutos, una a 630 m (normoxia) y otra a 2320 m de altitud (hipoxia); ambas se ajustaron para generar valores de lactato ligeramente superiores al umbral anaeróbico (7,02 mmol/l en hombres y 6,86 mmol/l en mujeres). Se extrajeron 5 ml de sangre en reposo y tras el esfuerzo. Las muestras fueron centrifugadas para la obtención de plasma y congeladas a -80°C. Como marcador de peroxidación lipídica se determinaron concentraciones de hidroperóxidos según las instrucciones del Kit Sigma, y de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS) con el método de Orrenius. Como mecanismo antioxidante no enzimático se

Tabla 1. Características de los sujetos participantes en el estudio y datos bioquímicos en reposo y tras la sesión de entrenamiento en las dos situaciones de normoxia e hipoxia *indica diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre hipoxia vs normoxia y # entre mujeres vs hombres. EEM = error estándar de la media

Parámetro	Condición	Hombres		Mujeres	
		Media	EEM	Media	EEM
Edad (años)		21,00 ± 21,12		24,00 ± 1,78	
Peso (Kg)		60,60 ± 1,99		73,20 ± 5,17	
Estatura (cm)		165,80 ± 1,62		176,00 ± 3,44	
Masa grasa (& TBARS (nmol/ml)		13,94 ± 0,46		10,82 ± 0,52	
Normoxia	Reposo	44,60 ± 6,96		24,05 ± 4,68#	
	Esfuerzo	32,92 ± 6,34		20,06 ± 6,13	
Hipoxia	Reposo	23,82 ± 8,43*		14,97 ± 2,46	
	Esfuerzo	18,79 ± 3,66		15,41 ± 6,39	
Hidroperóxidos (nmol/ml)	Normoxia	5,57 ± 0,49		3,41 ± 0,63#	
	Esfuerzo	4,26 ± 0,52		3,33 ± 0,71	
Hipoxia	Reposo	3,72 ± 0,61		3,04 ± 0,82	
	Esfuerzo	1,99 ± 0,27*		2,45 ± 0,75	
"n"		5		5	

Figura 1. Valores medios \pm EEM de la concentración plasmática de α -tocoferol. *Indica diferencias significativas ($p < 0,05$) entre hipoxia vs normoxia, # entre mujeres vs hombres.



cuantificó el α -tocoferol mediante cromatografía líquida. Las comparaciones de medias se realizaron con una ANOVA de un factor.

Resultados: La exposición a hipoxia produjo un descenso de TBARS ($20,78 \pm 8,36$ nmol/ml, $p < 0,03$) y, tras el esfuerzo, de hidroperóxidos ($2,27 \pm 0,93$ nmol/ml, $p < 0,03$) en hombres (Tabla 1); además el α -tocoferol descendió significativamente (hombres: $23,06 \pm 4,26$ nmol/ml, mujeres: $19,51 \pm 4,26$ nmol/ml, $p < 0,001$) (Figura 1). Las mujeres presentan menor concentración de TBARS ($20,54 \pm 8,36$ nmol/ml, $p < 0,03$) e hidroperóxidos ($2,16 \pm 0,87$ nmol/ml, $p < 0,03$) que los hombres en normoxia (Tabla 1). La sesión de entrenamiento no modificó el estrés oxidativo.

Conclusiones: En estudios previos demostramos una movilización de antioxidantes no enzimáticos desde plasma a tejidos muscular y hepático en situaciones de estrés oxidativo. Concluimos que una exposición aguda a altitud moderada podría prevenir el estrés oxidativo en nadadores debido a una rápida movilización del α -tocoferol plasmático.

Palabras clave: Estrés oxidativo. Hipoxia. Natación.

CO-23. ACTIVACIÓN DEL SISTEMA DEL COMPLEMENTO TRAS UN EJERCICIO EXTENUANTE

Navarro-Sanz A¹, Narváez-de Linares A², Sánchez-Godoy L², Robles-Rodríguez A², Barruecos-Franconi JE², Muñoz-López A², Galeas-López JL², Fernández-Ortega JF².

¹Centro de Medicina Deportiva. Área de Deporte. Ayuntamiento de Málaga, ²UCI y Laboratorio clínico HRU Carlos Haya de Málaga.

Introducción: El ejercicio extenuante puede constituir una agresión que provoque una respuesta inflamatoria del organismo para restablecer su homeostasis. Dicha respuesta es uniforme frente a distintas condiciones de agresión. Este ensayo forma parte de un proyecto más amplio, en fase de recogida de datos, que pretende comparar dicha respuesta inflamatoria con la de un grupo de pacientes tras un politraumatismo que requiera ingreso en UCI.

Material y Métodos: Se estudiaron 10 deportistas de élite medio-fondistas (24-36 años), cinco varones. Fueron sometidos a un ejercicio en pista abierta consistente en 20 minutos de calentamiento seguidos de tres series de 800 metros con intervalos de tres minutos entre series a velocidad máxima. Inmediatamente antes y después de la prueba se hizo una extracción de sangre venosa para determinación de las fracciones 3 y 4 de complemento y Proteína C Reactiva (PCR) Se compararon las medias antes y después del entrenamiento, mediante la prueba t de Student.

Resultados: Los valores de las fracciones 3 y 4 del complemento subieron significativamente después del entrenamiento, con t de student 2,70 para C3 y 4,40 para C4, con $p = 0,002$ y $0,027$ respectivamente. No hubo diferencias en los valores de la PCR.

	C3A	C3B	C4A	C4B
101	93	161	24	39
102	88	110	20	23
103	103	124	12	13
104	86	101	18	20
105	72	76	17	18
106	84	109	27	34
107	96	110	13	11
108	87	156	16	25
109	80	144	21	
110	88	154	30	46
Media (+/- desv típica)	87,7 (+/-8,52)	124,50 (+/-28,16)	19,80 (+/-5,84)	25,44 (+/-11,9)

Conclusiones: La activación del Complemento podría ser una vía para restablecer la homeostasis tras un ejercicio extenuante. Conocer su intensidad podría ayudar a conocer y modular dicho sistema en la respuesta del organismo frente a otro tipo de injurias.

Palabras clave: Sistema del complemento (*complement system*). Ejercicio (exercise). Sistema inmune (*Immune system*).

CO-39. RESPUESTA DE LA TEMPERATURA EN LA PIEL DURANTE PERÍODO DE RECUPERACIÓN DE UN EJERCICIO AEROBIO

Marins J¹, Fernández-Cuevas I², Ribot-Serrano J², García-Concepción MA², Gómez Carmona P², Sillero-Quintana M².

¹Human Performance Laboratory - LAPEH, Universidade Federal de Viçosa (Brazil), ²Faculty of Physical Activity and Sport Sciences - INEF, Universidad Politécnica de Madrid (Spain).

Introducción: Inmediatamente después de haber finalizado un ejercicio físico, empieza una fase de recuperación dentro del organismo, provocando un aumento de la actividad metabólica con el objetivo de reponer los depósitos de glucógeno muscular y hepático, la glucosa sanguínea, así como regenerar las estructuras dañadas por el ejercicio. En algunos casos, dichas respuestas metabólicas son tan intensas que dan lugar a aumentos del VO_2 e incluso de la temperatura central. Sin embargo, no existe una descripción clara de la respuesta de la temperatura de la piel por medio termografía infra-roja (TIR).

Objetivo: Determinar la respuesta de la temperatura de la piel (Tp) en articulaciones, músculos principales y secundarios a lo largo de ocho horas de recuperación tras una sesión de ejercicio aeróbico.

Material y Método: Catorce sujetos activos (21.44 ± 2.64 años; 1.78 ± 0.04 m talla; 73.23 ± 7.63 kg), todos hombres, fueron sometidos a 45' de ejercicio de carrera en tapiz rodante, a una intensidad moderada (60-75% FC máxima). Se tomaron imágenes por TIR antes del ejercicio (IAE), inmediatamente después de su finalización (FE), y cada hora durante las ocho horas posteriores al ejercicio ("FE+1" hasta "FE+8"). Se consideraron por medio del software Termotracker®, un total de 25 Regiones de Interés (ROI), teniendo en cuenta articulaciones, músculos principales y músculos secundarios para ejercicio de carrera. El tratamiento estadístico empleado correspondió al test de ANOVA, asociado al test de Tukey con nivel de significancia de $p < 0.05$.

Resultados: Entre las seis ROI evaluadas, correspondientes a los músculos principales durante la carrera, hubo únicamente diferencias estadísticamente significativas en la parte posterior del muslo, tanto derecho como izquierdo, que presentaron un mayor Tp durante las ocho horas de recuperación, frente a los valores IAE o FE. En las trece ROI evaluadas, correspondientes a los músculos secundarios, la tendencia observada es de un descenso significativo de la Tp al compararse la Tp IAE con la Tp FE, seguido de un ascenso significativo de la Tp a lo largo de las ocho horas de recuperación, siendo la musculatura lumbar la única donde no hubo alteración en la Tp durante todo el tiempo de evaluación. Entre las seis articulaciones evaluadas, codo, rodilla y tobillo (derecho e izquierdo), hay un ascenso significativo de la Tp cuando se compara la Tp IAE con la Tp FE, seguido de un descenso significativo de la Tp a lo largo de las ocho horas siguientes.

Conclusión: La respuesta de la Tp durante las ocho horas posteriores tras la finalización de una sesión de ejercicio aeróbico de intensidad moderada es variable en función de la ROI estudiada. Las regiones que presentan mayor variación son las articulaciones y los músculos que presentan un papel secundario durante la carrera.

Palabras clave: Termorregulación. Termografía. Temperatura de la piel.

CO-40. RECUPERACIÓN POST-ESFUERZO HASTA LAS 24 HORAS DE LAS CONCENTRACIONES DE HOMOCISTEINA Y

PARÁMETROS RELACIONADOS MEDIANTE REHIDRATACIÓN CONTROLADA

Maroto B, López-Torres O, Palacios G, Zinellu A¹, Benito PJ, González-Gross M.

Dpto. Salud y Rendimiento Humano. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte-INEF. Universidad Politécnica de Madrid. España. ¹Dpto. of Biomedical Sciences. University of Sassari. Italia.

Introducción: Dentro del marco de un estudio más amplio, que tiene como objeto valorar los efectos de la rehidratación post-esfuerzo sobre determinados parámetros de riesgo, se ha realizado una rehidratación controlada con dos bebidas diferentes, y se han analizado las concentraciones de homocisteína total (tHcy) y parámetros relacionados con su ciclo metabólico.

Material y métodos: 20 varones físicamente activos (20 - 45 años) realizaron dos test submáximos de 40 minutos al 65% del VO_2 max en tapiz rodante, en ambiente caluroso ($30^\circ C \pm 3$). Al finalizar, bebieron la misma cantidad de líquido al peso corporal perdido durante la prueba durante las primeras 2 horas y después una cantidad "ad libitum" hasta completar las 24 horas, bien agua o una bebida comercial para deportistas. Se analizaron las concentraciones séricas de tHcy, folato, vitamina B12 (B_{12}), CK (Creatinquinasa), creatina y creatinina antes, inmediatamente después de las pruebas, a las 2, 6 y 24 horas.

Resultados: Todos los parámetros siguieron un comportamiento similar en todas las medidas, aumentando después de la prueba, disminuyendo a las 2 horas, aumentando a las 6 y recuperando los valores basales a las 24 horas. La tHcy aumentó significativamente ($P < 0.01$) tras la finalización de ambas pruebas y disminuyó a las 2 horas de rehidratación significativamente con la bebida para deportistas ($P < 0.05$). Los niveles de B_{12} fueron mayores a las 24 horas con la bebida para deportistas que con agua ($P < 0.05$).

Se encontró una correlación inversa entre la tHcy y el folato antes de comenzar las pruebas, tanto para agua ($r = -0.495$; $p < 0.05$) como para la bebida ($r = -0.574$; $p < 0.01$), no manteniéndose en los demás puntos.

Conclusiones: En la fase temprana de la recuperación post-esfuerzo la recuperación de las concentraciones de los parámetros analizados parece ser más efectiva con la bebida para deportistas, no apreciándose diferencias a las 24 horas.

Palabras clave: Homocisteína. Ejercicio físico. Hidratación.