

Relación entre la respuesta cardiovascular, metabólica, y la percepción de esfuerzo en ejercitaciones de diversa intensidad en judokas universitarios.

Alfonso Lopez Diaz De Durana, Fernando Naclerio Ayllón

Resumen:

Introducción y objetivos:

La determinación del lactato sanguíneo (LA) para controlar las intensidades de esfuerzo en los entrenamientos de judo ha sido relacionado con otros parámetros de mas fácil determinación como la Frecuencia cardiaca (F.C.), o las percepciones subjetivas de esfuerzo (RPE.), viéndose que estos últimos no siempre reflejan las adaptaciones metabólicas reales producidas.

El objetivo de este estudio fue establecer relaciones entre la F.C., la RPE y las adaptaciones metabólicas durante diferentes fases de un entrenamiento de judo.

Material y Métodos:

Se seleccionaron 4 judokas universitarios con buen dominio técnico y escaso nivel competitivo que realizaron un entrenamiento judo (uchikomi, nage komi, randori suelo y de pie) con diferentes intensidades, valorándose el nivel de RPE por escala de Borg 6-20, la F.C. con pulsómetros polar Sport tester P-4000 y LA, por método microfotometrico, en diversas fases de la sesión.

Resultados y discusión

Al final de cada esfuerzo se encontraron correlaciones elevadas entre los valores de RPE y F.C ($0,89 \pm 0,107$, $r^2 = 0,79$), la F.C y el LA al minuto de recuperación ($0,84 \pm 0,32$, $r^2 = 0,70$), y entre RPE y LA al minuto de recuperación ($0,88 \pm 0,054$, $r^2 = 0,77$), mientras que la correlación entre los valores de F.C y LA, a lo largo de la sesión fue muy baja ($0,32 \pm 0,235$, $r^2 = 0,102$).

Conclusiones:

Se confirma la validez del LA como parámetro de referencia para inferir las adaptaciones metabólicas inducidas en los entrenamientos de judo, mientras que la F.C. sería menos fiable especialmente para estimar el nivel de recuperación entre esfuerzos de moderada a alta intensidad.

Se destaca la utilidad de la RPE como un elemento de ayuda para controlar la intensidad en los entrenamientos de judo.

Palabras claves: judo, Lactato, frecuencia Cardiaca (F.C)

Introducción:

Siendo el judo un deporte que comprende la realización de

esfuerzos, intermitentes e imprevisibles con movimientos de gran

dominio técnico cuya eficiencia esta altamente influida por las capacidades físicas, (fuerza, velocidad, resistencia), se hace muy difícil determinar los factores que limitan el rendimiento en esta disciplina (12). Hay numerosos estudios (15,23,33,38,39,49), que analizan las relaciones entre las adaptaciones cardiovasculares y metabólicas, estimadas por la Frecuencia Cardiaca (F.C.) y los niveles de lactato sanguíneo (LA) al realizar esfuerzos de moderada a alta intensidad, viéndose que la relación entre estos dos parámetros resulta contradictoria según se la analice durante, al final o en los periodos de recuperación entre esfuerzos, ya que es un parámetro altamente influenciado por factores motivacionales, térmicos, nerviosos, etc, por lo que su relación con la intensidad del ejercicio pierde fiabilidad especialmente en esfuerzos intensos como los que caracterizan al judo (18,28,33).

Diversos estudios (7,8,12,13,34,40,41) que analizan la respuesta metabólica en judokas durante competiciones o entrenamientos demuestran que la determinación del LA constituye el parámetro más fiable para estimar las respuestas adaptativas del organismo, aunque es importante considerar que su determinación, es de difícil aplicación para la mayoría de los entrenadores de este deporte (33).

En este trabajo nos proponemos analizar la relación entre la F.C., la percepción subjetiva de esfuerzo (RPE) y las adaptaciones metabólicas (medidas por los niveles de LA) durante una sesión de entrenamiento de judo.

Objetivos:

1. Determinar las relaciones entre la F.C. la RPE y los niveles de LA al realizar ejercitaciones utilizadas en los entrenamientos de judo con diferentes intensidades
2. Evaluar la validez de la F.C., LA y la RPE como herramientas para controlar la intensidad de los esfuerzos y las adaptaciones inducidas en los entrenamientos de judo.

Hipótesis:

1. Los valores de F. C. no se relacionan con los cambios metabólicos expresados por los niveles de LA durante una sesión de entrenamiento de judo, y por lo tanto no constituyen un parámetro fiable para determinar control las intensidades de los entrenamientos de judo.
2. La RPE utilizando la escala de Borg (6-20) es una herramienta útil para inferir los cambios metabólicos causados por los entrenamientos de judo.

Material y Métodos:

Sujetos: Se evaluaron 4 sujetos de sexo masculino de entre 20 a 25 años, estudiantes de INEF, que realizaban judo como deporte habitual, desde al menos 3 años, con una frecuencia de 2 a 3 veces por semana en los últimos 3 meses.

Todos los sujetos tenían una graduación mínima de "1º Dan", habían competido a nivel local, o provincial pero no eran competidores destacados.

Todos los participantes se comprometieron a cumplir las siguientes normas:

No eran fumadores.

No consumían, ni habían consumido sustancias estimulantes ni consideradas ilegales por el Comité olímpico Internacional en los últimos 6 meses anteriores a la realización del trabajo.

No tenían diagnóstico ni conocimiento de sufrir alguna lesión, o alteraciones metabólicas o cardio-respiratorias.

Una vez confirmada su participación en el trabajo, todos los sujetos recibieron las indicaciones sobre la metodología de realización con 7 días de anterioridad, y una copia de la escala de percepción subjetiva de esfuerzo de Borg (**6-20**) (RPE), que debían utilizar durante al menos 2 entrenamientos en la semana previa a la realización del trabajo, para ir familiarizándose con su utilización.

Todos los sujetos debían conservar sus hábitos normales de dieta y descanso, y realizar la última comida entre 2 a 3 horas antes del inicio del trabajo.

Eran excluidos del estudio los sujetos que:

No aceptaban las indicaciones indicadas en el cuestionario.

Manifestaban lesiones, o cualquier otra patología orgánico funcional.

Estaban consumiendo sustancias estimulantes o fármacos considerados doping, ya sea por decisión propia o por indicación de un facultativo.

No cumplieron un mínimo de 2 entrenamientos de adaptación utilizando la escala de Borg 6-20.

No respetaban los hábitos dietéticos en los 2 días previos al trabajo: mantener su dieta normal, evitar largos períodos de ayuno, no mantener una hidratación mínima (se recomendó un consumo mínimo de agua de 30ml por Kg de peso corporal por día).

Material y métodos:

1. Evaluación de parámetros antropométricos:

Se tomaron las medidas antropométricas según la metodología expresada en la ref 25:

Talla en cm, Peso en Kg, pliegues grasos (tríceps, pectoral, axilar, sub escapular, supra-iliaco anterior, abdominal, muslo anterior y gemelo interno), los cuales fueron tomados un mínimo de 3 veces cada uno con calibre Harpender (25), perímetros musculares del brazo en contracción, y pierna, diámetros óseos (bicondilio del húmero y bicondilio del fémur).

Los datos obtenidos se utilizaron para estimar:

- a) Porcentaje de grasa y masa magra por la ecuación de Jackson y Pollock, de 7 pliegues 1985. (26)
- b) El somatotipo, por el método de Heath y Carter (25)

Protocolo de trabajo:

La sesión de entrenamiento fue organizada de la siguiente forma:

Entrada en calor:

Ejercicios de movilidad articular y flexibilidad, desplazamientos a intensidad ligera en diversas direcciones y proyecciones 1 vez cada uno (5 veces).

Trabajo 1 (baja intensidad): Uchikomi alternado, una vez cada uno, en desplazamiento sobre una distancia de 8mts, con técnicas de te-waza o koshi-waza (a elección) uno trabajaba retrocediendo y el otro avanzado, al llegar al final regresaban con un trote ligero hasta el punto de partida y se reiniciaba el ejercicio, pero cambiando la posición (el que trabajaba retrocediendo lo hacía avanzado y viceversa). La percepción del esfuerzo debía ser, en todo momento, ligera (nivel 11 a 12 de RPE, 6-20), para lo cual se podía graduar la velocidad de las técnicas y la frecuencia de realización.

Al término del trabajo se realizaron **20min** de pausa con ejercicios de flexibilidad y desplazamientos ligeros en diversas formas (caminata al frente, laterales, etc).

Trabajo 2 (alta intensidad)

Fase A) Uchikomi alternado a máxima velocidad. 5 series de 10 segundos de esfuerzo con 1min. de pausa

8min. de pausa

Fase B). Nage-komi (proyectar una vez cada uno) a **máxima intensidad**, durante 2min. sin desplazamiento, (Agarre y proyección")

15min. de pausa

Fase C). Randori suelo 30" más 1'30" de Randori de pie, 2 veces seguidas, a la máxima intensidad posible, simulando una competición. (en la segunda serie se cambiaba de pareja, pero sin detener el trabajo)

Duración total 4min.

Control de parámetros:

F.C.: se registró durante toda la sesión de entrenamiento con pulsómetros Polar-Sport-Tester-P4000.

RPE: Cada sujeto indicaba el nivel de percepción de esfuerzo global en los siguientes momentos:

Inmediatamente después de finalizar la entrada en calor

A los 5min de iniciado el trabajo 1 (sin detener el esfuerzo)

inmediatamente después de finalizar el trabajo 1

Al final del trabajo 2 fase A.

Al final del trabajo 2 fase B

Al final del trabajo 2 fase C

A cada uno de los participantes se le asignaba un asistente (estudiante de INEF) que registraba en una planilla los niveles de F.C. y RPE, en los momentos establecidos, así como cualquier manifestación o variable que surgiera durante el trabajo.

Determinación de LA:

Se extrajeron muestras de sangre del lóbulo del pabellón auricular por medio de un capilar de 10 Microlitros, desde donde se volcaba en una cubeta con preparado fisiológico que la mantenía estable hasta

ser analizada con el reactivo LKM-140 en el analizador de lactato Dr.Lange LP-20 (método fotométrico).(3,41).

Momentos de toma de las muestras:

1. Inmediatamente después de finalizar el 1º trabajo
2. 5min. de finalizar el trabajo 1
3. 15min de finalizar el trabajo 1
4. A 1min de finalizar la fase **A** del trabajo 2
5. A 1min de finalizar la fase **B** del trabajo 2
6. A 1min de finalizar la fase **C** del trabajo 2
7. A 5min. de finalizar la fase **C** del trabajo 2
8. A 10min. de finalizar la fase **C** del trabajo 2
9. A 15min. de finalizado el 2º trabajo, fase **C**

Tratamiento Estadístico:

Se calcularon

Medias y desvíos estándar en los valores de LA, F.C. y RPE obtenidos en las diferentes fases del entrenamiento.

Coeficiente de correlación entre la F.C y LA; F.C y RPE, y RPE y LA, obtenidos después de la entrada en calor y al final de cada ejercicio.

Las diferencias entre los sujetos evaluados y entre los valores medios de F.C, RPE y LA, por medio del test de students para muestras simples.

Se considero un nivel de significancia estadístico de $P \leq 0,05$.

Resultados:

La tabla 1 muestra las características antropométricas de los sujetos evaluados.

Tabla 1

Sujetos	Edad	Peso	Talla	IBM	% graso	somatotipo		
1	21	74	169,9	25,64	9,8	2,83	4,74	1,13
2	21	87,2*	179*	27,22*	18,9*	5,07	3,93	1,09
3	22	75,3	165,3	23,4	15,1	3,69	5,85	0,52
4	23	79,4	169,5	24,56	11,1	3,27	6,42	0,66
Medias	21,75	78,98	170,93	25,21	13,73	3,72	5,24	0,85
DS	0,96	5,95	5,77	1,63	4,12	0,97	1,12	0,31

*El sujeto 2, muestra un nivel de peso corporal, talla, IBM, y porcentaje de grasa significativamente diferente del resto de la muestra para una $P \geq 0,05$.

Las tablas 2 a 5 muestran los valores de F.C., RPE, y LA de cada sujeto en las diferentes fases del trabajo.

Tabla 2: Trabajo 1 (baja intensidad), 10min. de duración.

Sujeto 1	Fase del trabajo	F.Cardiaca l/m	RPE	A.Láctico mM/L
Tiempo	5min de Trabajo	144	11	
	10min. <i>fin del Trabajo</i>	120	12	
	1min de recuperación	105		0,90
	5min de recuperación	80		xxx
	10min de recuperación	76		
	15min de recuperación			2,31
Sujeto 2	Fase del trabajo	F.Cardiaca	RPE	A.Láctico
Tiempo	5min de Trabajo	135	11	
	10min. <i>fin del Trabajo</i>	135	12	
	1min de recuperación	90		1,07
	5min de recuperación	85		0,905
	10min de recuperación	84		
	15min de recuperación			1,02
Sujeto 3	Fase del trabajo	F.Cardiaca	RPE	A.Láctico
Tiempo	5min de Trabajo	113	10	
	10min. <i>fin del Trabajo</i>	120	11	
	1min de recuperación	100		1,05
	5min de recuperación	80		1,31
	10min de recuperación	84		
	15min de recuperación			2,51
Sujeto 4	Fase del trabajo	F.Cardiaca	RPE	A.Láctico
Tiempo	5min de Trabajo	140	11	
	10min. <i>fin del Trabajo</i>	150	11	
	1min de recuperación	110		0,8
	5min de recuperación	100		1,26
	10min de recuperación	90		
	15min de recuperación			2,05

Pausa activa de 20min. entre el trabajo 1 y 2 (donde se tomaban las muestras de sangre).

Tabla 3: Trabajo 2 (alta intensidad)

Fase A: (5 Series de Uchikomi alternado durante 10" con 1min de pausa entre cada serie)

Sujeto 1	Fase del trabajo	F.Cardiaca l/m	RPE	A.Láctico
	Antes de iniciar	74		
	Fin de trabajo	145	18	
	30"	135		
	1min	133		2,71 min.
Sujeto 2	Fase del trabajo	F.Cardiaca	RPE	A.Láctico
	Antes de iniciar	90		
	Fin de trabajo	154	16	
	30"	135		
	1min	95		2,90
Sujeto 3	Fase del trabajo	F.Cardiaca	RPE	A.Láctico
	Antes de iniciar	83		
	Fin de trabajo	130	16	
	30"	110		
	1min	71		3.30
Sujeto 4	Fase del trabajo	F.Cardiaca	RPE	A.Láctico
	Antes de iniciar	80		
	Fin de trabajo	170	16	
	30"	150		
	1min	140		2,5

Pausa activa de **8min.** entre la fase A y la B del trabajo 2.

Tabla 4: Trabajo 2 **fase B** proyectar 1 vez cada uno durante 2m.

Sujeto 1	Fase del trabajo	F.Cardiaca	RPE	A.Láctico
	Antes de iniciar	87		
	Fin de trabajo	186	20	
	30"	145		
	1min	130		7,23
Sujeto 2	Fase del trabajo	F.Cardiaca	RPE	A.Láctico
	Antes de iniciar	95		
	Fin de trabajo	188	19	
	30"	174		
	1min	158		7,28
Sujeto 3	Fase del trabajo	F.Cardiaca	RPE	A.Láctico
	Antes de iniciar	103		
	Fin de trabajo	168	18	
	30"	137		
	1min	115		8,32
Sujeto 4	Fase del trabajo	F.Cardiaca	RPE	A.Láctico
	Antes de iniciar	100		
	Fin de trabajo	200	20	
	30"	170		
	1min	140		13,5

Pausa activa de **15min** entre la fase B y C del trabajo 2.

Tabla 5: Trabajo 2 **fase C** Randori suelo 30" mas 1'30" randori pie, dos veces seguidas cambiando de compañero, duración total 4min.

Sujeto 1	Fase del trabajo	F.Cardiaca l/m	RPE	A.Láctico
	Antes de iniciar	107		
	Fin de trabajo	188	20	
	30"	176		
	1min	122		10,4
	5min pausa	106		xxx
	10min pausa	100		12,8
	15min pausa	104		7,01
Sujeto 2	Fase del trabajo	F.Cardiaca l/m	RPE	A.Láctico
	Antes de iniciar	120		
	Fin de trabajo	191	20	
	30"	187		
	1min	175		16,5
	5min pausa	122		14,9
	10min pausa	118		13
	15min pausa	120		11

Sujeto 3	Fase del trabajo	F.Cardiaca l/m	RPE	A.Láctico
	Antes de iniciar	102		
	Fin de trabajo	180	20	
	30"	140		
	1min	130		10,6
	5 min pausa	112		9,70
	10 min pausa	96		10,9
	15 min pausa	101		8,27
Sujeto 4	Fase del trabajo	F.Cardiaca l/m	RPE	A.Láctico
	Antes de iniciar	130		
	Fin de trabajo	190	20	
	30"	180		
	1min	180		16,1
	5min pausa	120		16
	10min pausa	110		13,4
	15min pausa	120		13,3

La tabla 6 muestra los valores medios y Desvíos estándar para cada uno de los parámetros evaluados.

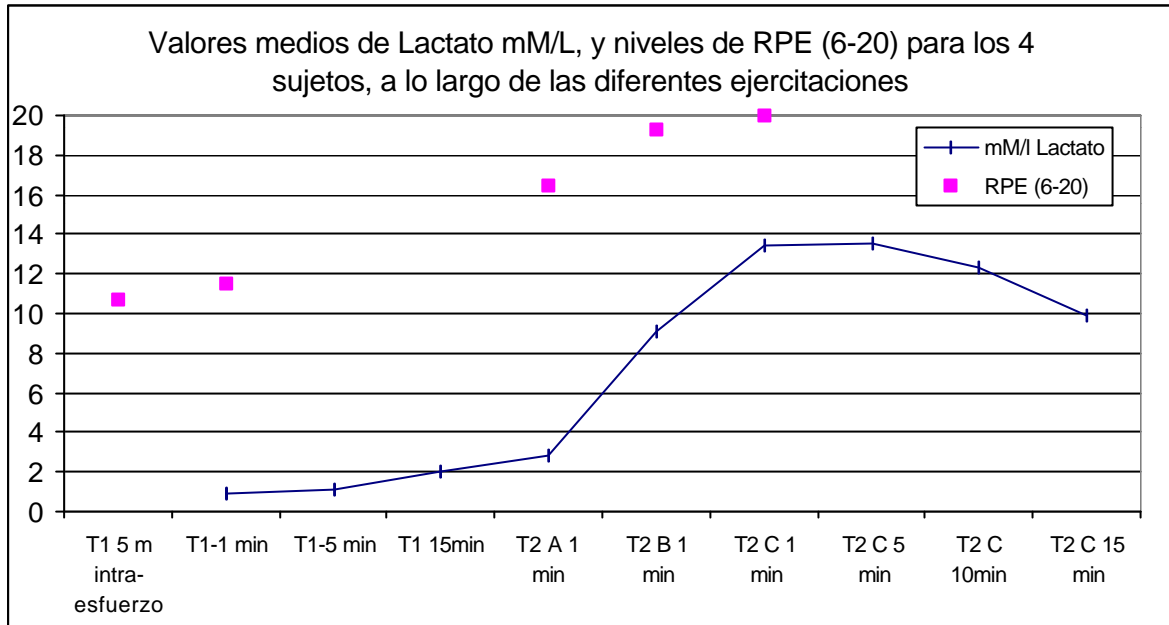
Trabajo 1	Fase del trabajo	F.Cardiaca l/m	RPE	A.Láctico mM/L
	5min de Trabajo	133,0±13,83	10,75±0,50	
	10min. fin del Trabajo	131,25±14,36	11,50±0,58	
	1min de recuperación	101,25±8,54		0,96±0,13
	5min de recuperación	88,3±10,41		1,16±0,22
	10min de recuperación	84,5±4,12		
	15min de recuperación			1,97±0,66
Trabajo 2	Fase del trabajo	F.Cardiaca l/m	RPE	A.Láctico
Fase A	Antes de iniciar	81,75±6,65	16,5±1	
	Fin de trabajo	154,75±20,90		
	30"	132,50±16,58		
	1min	109,55±32,53		2,85±0,34
Fase B	Antes de iniciar	96,25±6,99	19,25±0,96	
	Fin de trabajo	185,5±13,20		
	30"	156,50±18,27		
	1min	135,75±18,04		9,06±3,00
Fase C	Antes de iniciar	114,75±12,69	20±0	
	Fin de trabajo	187,95±4,99		
	30"	170,75±21		
	1min	151,75±29,98		13,40±3,35
	5min pausa	115±7,39		13,53±3,37
	10min pausa	106±9,93		12,35±1,07
	15min pausa	111,25±10,18		9,89±2,82

El gráfico 1 muestra el comportamiento de los valores medios de LA, y la RPE en los 4 sujetos, durante el entrenamiento.

El trabajo 1 no determina una exigencia importante a nivel del metabolismo glucolítico, ni tampoco causa una percepción subjetiva de esfuerzo muy alta, a diferencias del trabajo 2, en el que ya en la fase A hay una acumulación significativa de LA, que luego se acentúa en las fases B y C.

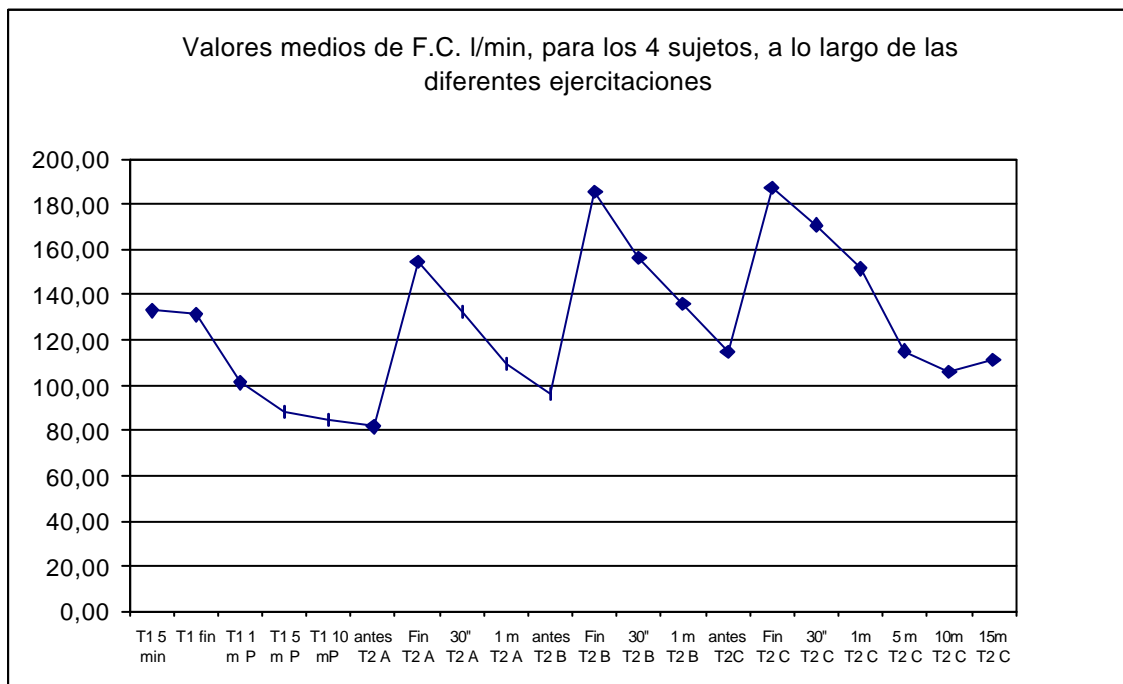
La RPE, sigue una dinámica similar al comportamiento del LA a lo largo de todo el entrenamiento.

Grafico 1



El gráfico 2 expresa: F.C. media de los 4 sujetos durante toda la sesión, la cual es muy diferente de la del LA.

Gráfico 2



Las correlaciones medias, para los 4 sujetos, entre F.C., LA y la RPE obtenidas durante la sesión de entrenamiento fueron positivas y altas entre: F.C. y RPE ($0,89 \pm 0,107$; $r^2=0,792$); F.C. y LA al minuto de finalizar el esfuerzo ($0,84 \pm 0,32$; $r^2=0,706$); el RPE y LA al minuto de finalizar el esfuerzo ($0,88 \pm 0,054$ $r^2=0,77$).

Las correlaciones fueron positivas pero muy bajas entre F.C. y LA, a lo largo de toda la sesión ($0,32 \pm 0,23$; $r^2= 0,102$).

No se hallaron diferencias significativas en los parámetros evaluados entre los sujetos, viéndose algunas tendencias como las siguientes:

El sujeto 2 en el primer minuto de recuperación después del trabajo 2 (T2) fase C muestra una tendencia (no significativa) a tener valores de LA más altos.

El sujeto 4 muestra diferencias significativas con valores de LA más elevado después del T2 fase B, y una tendencia (no significativa) a tener valores de LA más altos al minuto 1º y 5º después del T2 fase C.

El sujeto 1 expresa niveles significativos más altos de RPE al final del T2 fase A.

El sujeto 3 muestra una tendencia a normalizar más rápido F.C. durante el T2, viéndose diferencias significativas sólo a los 30 segundos posteriores al T2, fase C.

De acuerdo a estos resultados se aceptan la 1º y la 2º hipótesis ya que los valores de F.C. no reflejan las adaptaciones metabólicas, a lo

largo de toda la sesión de entrenamiento, mientras que la RPE es una herramienta útil para estimar los cambios metabólicos (gráficos 1 y 2)

Discusión y conclusiones:

Comportamiento de los parámetros valorados

La F.C. se relaciona con la intensidad del esfuerzo cuando la intensidad es baja, los niveles de LA no se elevan significativamente, y hay una predominancia de las vías aeróbicas para dar energía (trabajo 1), no obstante cuando la intensidad crece su relación es solo significativa cuando se consideran los niveles de LA y RPE obtenidos dentro de 1º minuto de recuperación, pero se pierde cuando se considera el LA a lo largo de toda la sesión (gráfico 2), por lo cual la consideramos un parámetro de utilidad "complementaria" para estimar el nivel de exigencia cardiovascular en esfuerzos de baja intensidad, pero no para estimar las adaptaciones metabólicas en esfuerzos de moderada a alta intensidad. El gráfico 1 y el 2 muestran cómo la F.C. presenta valores medios de 109 l/min, al minuto de haber finalizado el T2-A y 135 l/min, al minuto de haber finalizado el T2-B, mientras que el LA tiende a subir, llegando a valores cercanos a los 9 mM/L, al minuto del T2-B.

En los trabajos de alta intensidad hay una importante demanda de la glucólisis rápida que genera una elevada producción y flujo de LA desde el músculo a la sangre que altera el Ph muscular y sanguíneo afectando a su vez la capacidad de trabajo, y por lo tanto la eficiencia

de las acciones posteriores (1,9,20,28,23,49,50) a pesar de que los niveles de F.C. hallan bajado significativamente, como se ve claramente en el 5º y 10º min. después del T2-C, donde la F.C. llega a valores cercanos a los de reposo o los obtenidos al final de la entrada en calor mientras que el LA alcanza los niveles más altos, y se mantienen elevados indicando una deficiencia del organismo para recuperarse, lo cual coincide con los hallazgos de Sikorski (34) que examinó la respuesta del LA y la F.C. en judokas durante entrenamientos y competiciones, concluyendo que la F.C. no es un parámetro válido para inferir las adaptaciones orgánicas, mientras que el LA es el que mejor refleja el nivel de esfuerzo realizado.

La RPE ha mostrado una alta correlación tanto con los niveles LA como con los de F.C. al final de cada ejercitación viéndose como una alternativa útil para ayudar a controlar la carga entrenante y la respuesta metabólica en los entrenamientos de judo (fig.1). Estos datos coinciden con los aportados por Gabilondo y col. (15) que encontró relaciones positivas entre los niveles de RPE (0-10) y F.C., mientras que Weltman y col. (49) da validez a la RPE para predecir los cambios metabólicos expresados por la respuesta del LA, aunque advierte que ésta puede ir perdiendo fiabilidad a medida que los esfuerzos se repiten.

De acuerdo a esto concluimos que la utilización de la Escala de Borg 6-20, es válida para ayudar a controlar el nivel de carga durante los entrenamientos de judo, aunque su aplicación necesita de una

metodología que incluya una familiarización y aprendizaje, debiendo considerarse que al ser un método indirecto esta sujeto a un margen de error importante que aumenta a medida que se suceden las cargas de trabajo siendo su fiabilidad comprometida cuando los volúmenes son elevados (12,31).

Los niveles de LA encontrados en este estudio son similares, incluso ligeramente más altos a los aportados en otros trabajos con judokas de alto nivel.

Francini y col. (12,13) aporta valores de LA entre 9 a 10,4 hasta 11,7 mM/L, medidos en judokas varones, júnior, juveniles, y seniors, después de realizar diversas actividades como uchikomi, nagekomi y randori competitivo con 20min de pausa entre cada uno. Sikosrki col. (34) aporta valores de LA en Seniors de 13,2 a 13,6 mM/l, después de realizar de 4 a 6 luchas con intervalos de 5min.

Al final del T2-B el los niveles de LA se acercan a los aportados por Francini y col. (12,13), mientras que al final de la fase 2-C se ve una tendencia a producir mayores niveles de LA, que aunque no es significativa, puede deberse a la propia estructura del trabajo, con pausas relativamente cortas, (15min. entre la fase 2-B a la 2-C) lo cual es escaso para el nivel de los sujetos de este estudio, ya que si observamos el comportamiento del LA al final de la fase 2-C vemos que éste alcanza el pico máximo entre el 1º y 5º minuto, mostrando una cinética de remoción muy pobre, sólo el 7,8% a los 10min y el 26,18% a los 15min. mientras que los valores ideales serían 30% y

50% respectivamente (20,23,36), por lo que se puede inferir que los sujetos realizaron la última fase con un nivel de LA importante que limitó la capacidad de rendimiento, y creó una sensación de fatiga elevada, lo cual fue corroborado por la RPE de 20 puntos en todos los casos (niveles que no fueron aportados en ninguno de los estudios mencionados).

Puede inferirse que los sujetos bien entrenados, como los citados en los estudios anteriores (12,13,34,40,41,42), deberían tener mayor capacidad para producir y tolerar niveles de LA superiores respecto a los de los de este estudio, aunque puede que los judokas de alto rendimiento no lleguen a estos valores ya disponen o bien de un gran dominio técnico que redundará en una mejor eficiencia mecánica de los movimientos, con mayor ahorro y distribución de energías a lo largo del combate quitando exigencia sobre el sistema glucolítico o por otro lado a que cuentan con un sistema muy eficiente para remover el LA que puede eliminarse, más eficientemente durante las interrupciones del combate, en los períodos de menor esfuerzo y al finalizar el mismo, (1,6,9,17,20).

Es de destacar que desde el punto de vista físico, gran parte del éxito en las competiciones de judo está determinado por la capacidad para remover el LA producido durante la recuperación entre un combate y el siguiente, lo cual se ha relacionado con un nivel de potencia aeróbica ($\text{Vo}_2 \text{ max}$) de 55 a 65 ml/kg, y especialmente con una

elevada localización del umbral de Máximo Estado estable del LA (12,13).

Los resultados de este estudio muestran que las adaptaciones producidas en los judokas universitarios son similares a las inducidas en los de alto rendimiento siendo la diferencia fundamental la intensidad y eficiencia mecánica con que se puede desarrollar las acciones, lo cual redundará en que se toleren mayores volúmenes de trabajo con mejor eficiencia y rendimiento, debido especialmente a una mejor regulación de las acciones, y mayor poder de recuperación metabólica.

A igualdad de dominio técnico, fuerza, velocidad, la diferencia fundamental entre un sujeto muy entrenado y otro menos entrenado será la capacidad de recuperación entre esfuerzos, ya que el entrenado podrá recuperarse en menos tiempo pudiendo desarrollar una mayor eficiencia mecánica, fuerza y velocidad en las acciones posteriores obteniendo una ventaja respecto a su compañero menos entrenado.

Validez de la F.C. para prescribir, controlar y valorar las intensidades de los entrenamientos de judo:

El análisis de los valores de LA constituye la metodología más idónea para controlar y predecir el nivel de las cargas de entrenamiento, mientras que la F.C. sería solo un elemento de control que expresa la adaptación del sistema cardiovascular al esfuerzo, pero no refleja el estado de recuperación del organismo, mientras que su validez para

determinar la intensidad del ejercicio y la contribución de los sistemas energéticos es relativa ya que su respuesta puede estar influenciada por otros factores. Por ejemplo en el T2-A que es de altísima intensidad, con alta potencia fosfagenolítica y glucolítica (1,11,23,28), la F.C. se mantiene a niveles moderados ($154,7 \pm 20,9$) los cuales podrían ser considerados dentro de los rangos de un esfuerzo aeróbico (24,50), mostrándose la inconsistencia de esta para controlar la intensidad de los entrenamientos. (33)

Recomendaciones finales:

El uso exclusivo de la F.C. para controlar las cargas de trabajo en los entrenamientos de judo puede inducir a errores metodológicos, por lo tanto se debería acoplar su información a la otorgada por otros parámetros como la RPE que se ha mostrado muy útil para inferir las respuestas metabólicas y ayudar a programar con menor margen de error las cargas entrenantes durante los entrenamientos de judo.

Bibliografía

1. Astrand Rodahl Fisiología del trabajo Físico (2º edición), Edit. médica Panamericana, Buenos Aires 1985
2. Beneke R. and Duvillard S.P. Determination of Maximal Lactate steady State Response in selected sport events, Med. And Sci in sport and exc. Vol 28 n°2, 1996, pp241-246.
3. Beneke R. Hütler M. and Leithaäuser R. Maximal Lactate Steady state independent of performance, Med and Sci. in sport and exc. Vol 32n°6, 2000, pp 1135-1139.
4. Borg G. Perceived exertion and pain scales, human kinetics, 1998.
5. Borg G. Perceived exertion as indicator of somatic stress, Scand. Rehabilitation Medicine, Vol2, pp92-98, 1970.
6. Brooks G. Intra and Extra cellular lactate shuttles, Med and Sci. in Sport and Exc. Vol 32n°4 pp 790-799, 2000.
7. Callister R. Calister R.J. Starion R.S. Fleck S.J. Tesch P. And Dudley G.A. Physiological Characteristics of Elite Judo Athletes. Int J Sport Med, Vol 12 n° 2, 1991, pp 196.203.

8. Callister, R.; Callister, R. J.; Fleck, S. J.; Dudley, G. A. Physiological and performance responses to overtraining in elite judo athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 22, n. 6, p. 816-824, 1990.
9. Chicharro Lopez, Legido Arce, Umbral Anaeróbico, Bases fisiológicas y Aplicaciones. Edit. Interamericana Mcgran-Hill, Madrid 1991.
10. Conconi Francesco, Le basi Metaboliche degli Sport di Resistenza, *Rivista di Cultura Sportiva (SDS)* n° 9 1987 p 7 - 15
11. Coyle E F. Integration of the physiological factor determining endurance performance ability, *Exercise & sports sciences reviews*, ACSM, n° 23 1995 p 25 –61
12. Franchini E; Matsushigue K; Takito M. Y; Peduti Dal M.A; Molin Kiss. Comparação Da Concentração De Lactato Sangüíneo Após Um Combate De Judô Entre Atletas Do Sexo Masculino E Feminino, www.judoinfo.com 1 De Agosto De 1998.
13. Franchini E Takito M, Y, Lima, J.R.P, Haddad S., Peduti Dal M.A; Molin Kiss. Regazzini M. Böhme, M,T,S Características Fisiológicas Em Testes Laboratoriais E Resposta Da Concentração De Lactato Sangüíneo Em Três Lutas Em Judocas Das Classes Juvenil-A, Júnior E Sênior *Rev. Paul. Educ. Fis.*, São Paulo, 12(1): 5-16, Jan./Jun. 1998cdd. 20.Ed. 612.044
14. Foster Carl, Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome, *Med and Sci. in sport and exc.* Vol 30 n° 7, 1998, 1164-1168.
15. Gabilondo Josean Arruza, Alzate Saez Heredia R., Valencia Gárate J., Esfuerzo Percibido y Frecuencia Cardiaca: El control de la intensidad de los Esfuerzos en el entrenamiento de judo, *Revista de Psicología del Deporte* n° 9-10, pp 29-40, 1996.
16. Garcia Manso, Alto Rendimiento, la adaptación y la excelencia deportiva, Edit. Gymnos, Madrid 1999.
17. Gladden L. B, The role of skeletal muscle in lactate exchange during exercise: introduction, *Med and Sci. in sport and Exc.* Vol 39, n°4, 2000.
18. Gil'ad Periodisation in Judo Training, www.judoinfo.com 1 de Junio de 1998.
19. Heinisch Dieter H. L´Analisi dell Allenamento e de la Gara nel Judo, *Rivista di cultura Sportiva (SDS) CONI*, Roma, N°37, 1997, pp 53-62.
20. Juel C., and Pilegaard H. Lactate Exchange and pH regulation in skeletal muscle, Chapter 15, in Hargreaves Mark, and Thompson Martin, *biochemistry of Exercise, X human kinetics*, 1999.
21. Lehninger, Nelson, Cox, *Principios de Bioquímica*, Ediciones Omega (2° edición), Barcelona 1993
22. Londeree Ben. R. Thomas R. T. Ziogas G. Smith T. D. Zhang Qiang. %Vo2 máx % HR máx Regressions for six modes of exercise, *Medicine and science in Sports and exercise*, Vol 27 n° 3 1995 p 458-460.

23. Mazza J.C. Ácido lactico y ejercicio, ABCD, Actualizaciones Byosistem en ciencias del deporte n° 1 secc 3 p 15-19, Rosario Arg. 1989.
24. Mcardle, Katch. Katch. Essentials of Exercise Physiology, 2° edition, Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
25. MacDougal J.C. Wenger H.A. Green H.J. Physiological Testing of high performance athlete 2° Edition, Human Kinetics, Champaing IL1991.
26. Maud P.J Foster C. Physiological Assessment of human performance, Human Kinetics, Chapaing IL 1995.
27. Mataruna dos Santos L.J, Vieira de Mello M. Treinamento de Judô a longo prazo Lecturas: Educación Física y Deportes | <http://www.efdeportes.com/> revista digital | Buenos Aires | Año 5 - Nº 18 - Febrero 2000
28. Meyer Tim, Holger H. Gabriel W., Kinderman W, Is determination of exercise intensities as percentages of Vo2 max or HR max Adequate?, Med Sci. in sport and exercise Vol 31 n°9 1999, pp 1342-1345.
29. Mokin A. and Mazzeo R., Effect of mild dehydration on lactate threshold in women, Med and sci. in sport and exc. Vol 32n°2, 2000, pp396-402.
30. Newmann, La struttura della prestazione negli sport di resistenza , Revista di Cultura sportiva, (SDS) n°21, 1991 p 22-27.
31. Noble Bruce J. Robertson Robert J, Perceived Exertion, human Kinetics, 1996.
32. Roi Segio, Perondi F. Vventurali G. Nanni G. Palaia G. Famedi D.Mandarino F. Rosa E. M Frecuencia Cardiaca ed allenamento del Calcio, Rivista di cultura sportiva SDS, n° 49, 2000, pp 47-57.
33. Roig Jorge, La iniciación a los trabajos aeróbicos, "La frecuencia Cardiaca en el trabajo fraccionado adaptativo, Cátedra de gimnástica 4, Profesorado Universitario de Educación física, Facultad de humanidades y ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de La Plata Argentina 1998.
34. Sikorski W. Mickewicz G. Lactic Acid Determination In Judo, Institute of sport, Waisan, Traducción, Cátedra de Gimnastica IV, Materia Fisiología Aplicada al Entrenamiento deportivo general, UNLP, Argentina, 1989.
35. Spencer Matt R., Gastin P. Energy System Contribution during 200- to 1500 m Running in highly trained athletes, Med and Sci. in sport and exercise Vol 33 n°1, 2001, pp 157-162
36. Spriet L. L, Howlett, R., and Heigenhauser G., J. F., An enzymatic Approach to lactate production in human skeletal muscle during exercise, Med and Sci. in sport and Exc. Vol 32n°4, pp756-763, 2000.
37. Steed Joyce Gaesser G. A. Weltman A. Rating of perceived exertion and blood lactate concentration during submaximal running, Medicine and science in Sport and exercise Vol 26 n° 6 1994 p 797-803.
38. Stoudemire Nancy M. Wideman L. Kimberly A., MvGinnes C. L. Gaesser G Weltman A. The Validity of regulating Blood Lactate Concentration During Running By rating of Perceived exertion. Medicine and science in Sport and exercise, Vol 28 n° 4 1996 p 490-495.

39. Swain David P. Kimberly S., Abernathy Carla S. Smith, Shirley J. Lee, Shelly A. Bunn, Target Heart Rate For development of Cardio-respiratory fitness, *Medicine and science in Sports and exercise*, Vol 26 n° 1 1994 p112- 116.
40. Sterkowicz, S. Analysis if training Workload for judo Competitor , , www.judoinfo.com 1 de agosto de 1998.
41. Sterkowicz, S. Zucrowiczs A. Kubica R., Levels Of Anaerobic And Aerobic Capacity Indices And Results For The Special Fitness Test in Judo Competitors, www.judoinfo.com 1 de Diciembre de 1998.
42. Sterkowicz, S and Powel M. An evaluation of modern tendencies on solving Judo Fight, www.judoinfo.com, 1 de Junio de 1998.
43. Taira Shu, Regueras, J., Dabauza, Pedro R. García J. M, judo, tomo 2º, Editado por comité Olimpico Español 1992.
44. Thibodeau and Patton, *Anatomy & Physiology (3º Esdition)*, Mosby, 1996.
45. Verchoshanskij J. V. La programmazione e L`Organizzazione del processo di allenamento, Società Stampa Sportiva, Roma 1987.
46. Viru Atko, *Adaptation in Sport Training*, Chapter 3, significance of hormone in regulation of metabolism during exercise CRC Press, 1995.
47. Viru Atko, *Adaptation in Sport Training*, Chapter 4, Post Exercise recovery period, CRC Press, 1995.
48. Watt Bruce and Grove R. Perceived Exertion, Antecedents and Applications, Review article, *Sports Medicine: Vol 15 n° 4 1993 p 225-241*
49. Weltman A. Weltman J. Y. Kanaley J. A. Rogol A. D., Veldhuis J. D. and Hartman M., Repeated Bout of exercise alter the Blood Lactate RPE relation *Med and Sci. in sport s and Exc. Vol 30 n°7 1998, pp 1113-1117*
50. Wilmore and Costill, *Physiology of Sport and Exercise*, Human Kinetics, Champaing IL 1994.
51. Zintl, *Entrenamiento de la resistencia, fundamentos, métodos y dirección del entrenamiento*, Edit. Martínez Roca, Barcelona, 1991.