

TESIS DOCTORAL

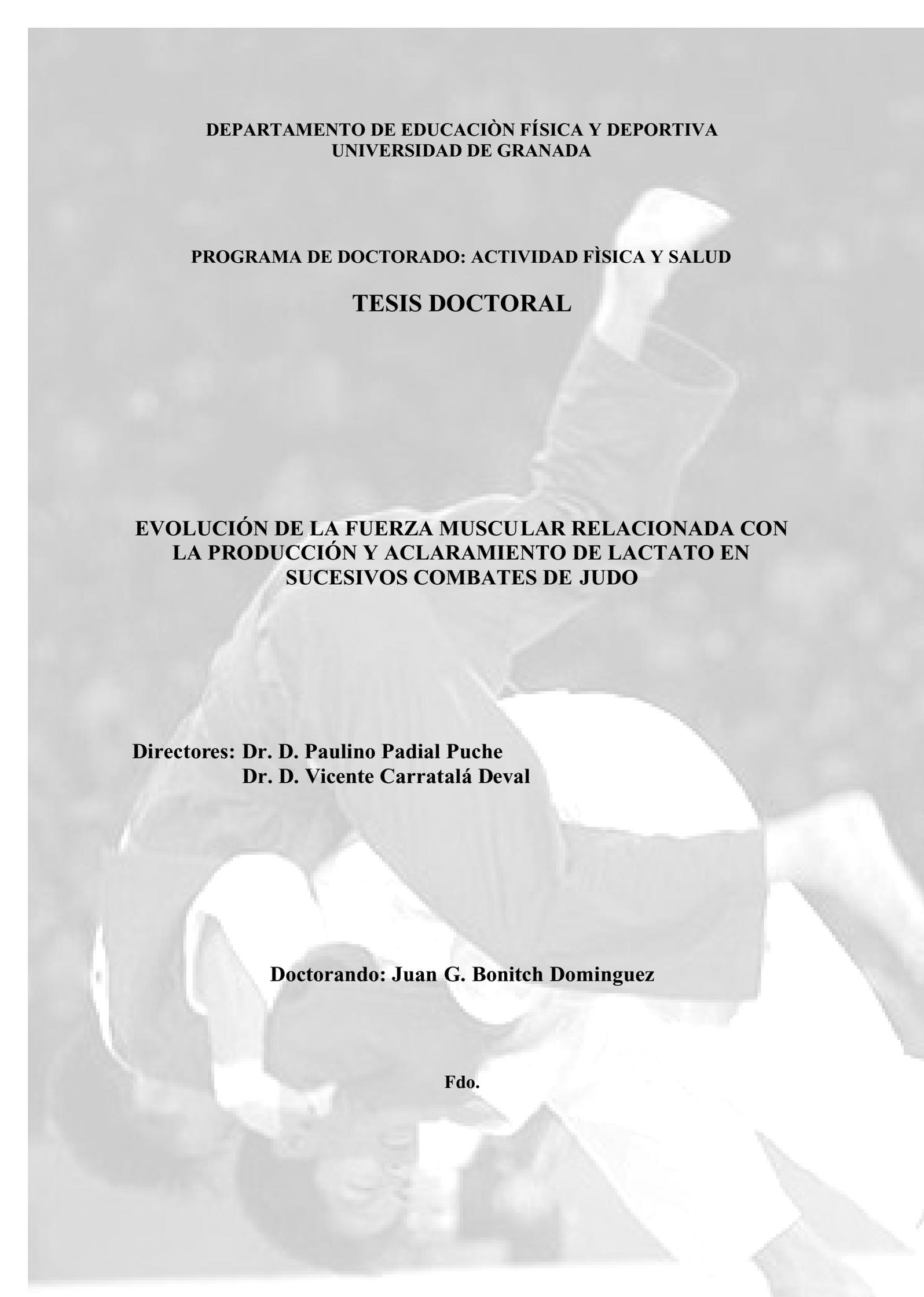


EVOLUCIÓN DE LA FUERZA MUSCULAR RELACIONADA CON LA PRODUCCIÓN Y ACLARAMIENTO DE LACTATO EN SUCEIVOS COMBATES DE JUDO

2006

JUAN G. BONITCH DOMÍNGUEZ

UNIVERSIDAD DE GRANADA

A grayscale background image showing a judo match in progress. One judoka is performing a throw on another, with their legs and arms visible in mid-air. The scene is captured from a low angle, emphasizing the dynamic movement of the sport.

**DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTIVA
UNIVERSIDAD DE GRANADA**

PROGRAMA DE DOCTORADO: ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD

TESIS DOCTORAL

**EVOLUCIÓN DE LA FUERZA MUSCULAR RELACIONADA CON
LA PRODUCCIÓN Y ACLARAMIENTO DE LACTATO EN
SUCESIVOS COMBATES DE JUDO**

**Directores: Dr. D. Paulino Padial Puche
Dr. D. Vicente Carratalá Deval**

Doctorando: Juan G. Bonitch Dominguez

Fdo.

TESIS DOCTORAL**ÍNDICE****CAPÍTULO 1**

1. MARCO CONCEPTUAL.....	9
1.1.- El Judo	10
1.2.- La competición de Judo. Objetivos y características.....	12
1.3.- La estructura temporal del combate de Judo.....	14
1.4.- Bases fisiológicas del Judo.....	16
1.4.1.- Vías de obtención de energía.....	16
1.4.2.- Necesidades energéticas de la competición de Judo.....	18
1.5.- La fuerza en Judo	22
1.5.1.-La fuerza, capacidad fundamental para generar movimiento.....	22
1.5.2.- Manifestaciones de la fuerza.....	25
1.5.3.- Distintas manifestaciones de la fuerza en Judo.....	27
1.5.4.- Curvas fuerza-tiempo y fuerza-velocidad.....	31
1.5.5.- La potencia.....	34
1.5.6.- La Fuerza Explosiva.....	43
1.5.7.- La Fuerza Dinámica Máxima.....	46

1.6.-Planteamiento del problema.....	49
1.7.- Hipótesis.....	50
 CAPITULO 2	
2. MÉTODO.....	52
2.1.- Sujetos.....	53
2.2.-Instrumental.....	55
2.3.- Variables.....	60
2.4.- Diseño.....	60
2.5.- Procedimiento.....	60
2.5.1.- Test de laboratorio.....	61
2.5.2.- Test de campo.....	68
2.6.- Análisis estadístico.....	76
 CAPITULO 3	
3. RESULTADOS.....	77
3.1.-Potencia máxima.....	78
3.1.1. Análisis de las Correlaciones de la Potencia.....	80
3.2.-Máxima producción de fuerza.....	81
3.2.1. Análisis de las correlaciones de la máxima producción de fuerza.....	83
3.3.-Velocidad gestual del squat 90° antes y después de los combates....	84
3.3.1. Coeficiente de variación de la velocidad del ejercicio de squat 90° medida antes y después de los combates.....	86

3.3.2. Comparación de la velocidad con la que se realiza el squat 90°, tanto en el test, como antes y después de los combates.....	87
3.3.3. Tiempo de realización del squat 90° tanto antes, como después de los combates.....	88
3.4.- Carga óptima de trabajo con la que los judocas desarrollan la potencia máxima.....	90
3.5. Correlaciones entre las variables dependientes.....	90
3.6. Variables para el control del esfuerzo.....	93
3.6.1. Estructura temporal de los combates durante la toma de datos.....	93
3.6.2. Concentraciones de lactato.....	95
3.6.2.1. Presentación de los datos relativos al acúmulo y aclaramiento láctico después del test incremental.....	95
3.6.2.2. Presentación de los datos relativos al acúmulo y aclaramiento láctico después de los combates.....	97
3.6.2.3. Presentación de los datos relativos al acúmulo y aclaramiento láctico entre los minutos 1 y 3 después de los combates y del test incremental.....	100
3.6.2.4. Varianza de los niveles de lactato entre los minutos 1 y 14 después de los combates y del test incremental.....	102
3.6.2.5. Correlaciones entre las concentraciones de lactato, de los minutos 1, 3, 5, 7,10 y 14, después de los combates.....	103

3.6.3. Presentación y análisis de los datos relativos a la frecuencia cardiaca.....	109
3.6.4. Presentación y análisis de los datos relativos a la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE).....	110
3.6.5. Correlaciones entre las variables para el control del esfuerzo.....	111

CAPITULO 4

4. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	113
4.1. Discusión sobre los datos recogidos relativos a la potencia máxima tanto antes, como después de los combates.....	114
4.2. Discusión sobre los datos recogidos relativos a la máxima Producción de fuerza tanto antes, como después de los combates.....	118
4.3. Discusión sobre los datos recogidos relativos a la velocidad gestual del squat 90° antes y después de los combates y el tiempo de realización.	120
4.4. Discusión sobre los datos recogidos relativo a la carga óptima de trabajo con la que los judocas desarrollan la potencia máxima.....	122
4.5. Discusión sobre los datos recogidos relativos a las correlaciones entre variables.....	123
4.6. Estructura temporal de los combates durante la toma de datos.....	125
4.7. Concentraciones de lactato.....	127
4.7.1. Presentación de los datos relativos al acúmulo y aclaramiento láctico después del test incremental.....	128
4.7.2. Presentación de los datos relativos al acúmulo y aclaramiento láctico después de los combates.....	129

4.7.3. Presentación de los datos relativos al acúmulo y aclaramiento láctico entre los minutos 1 y 3 después de los combates y del test incremental.....	130
4.7.4. Varianza de los niveles de lactato entre los minutos 1 y 14 después de los combates y del test incremental.....	132
4.7.5. Correlaciones entre las concentraciones de lactato, de los minutos 1, 3, 5, 7,10 y 14, después de los combates.....	132
4.8. Presentación y análisis de los datos relativos a la frecuencia Cardíaca.....	133
4.9. Presentación y análisis de los datos relativos a la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE).....	136
4.10. Correlaciones entre las variables para el control del esfuerzo.....	138
 CAPITULO 5	
5. CONCLUSIONES.....	139
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	142
7. ANEXOS.....	155
Validating the relation between herat rate and perceived exertion in a judo competition. (MED SPORT 2005; 58:23-8).....	156



MARCO CONCEPTUAL

CAPITULO 1°



1.1.- El Judo.-

Con el fin de la edad feudal japonesa y de los gobiernos militares (a mediados del siglo XIX), la Restauración de Meiji trajo al Japón la civilización occidental y la modernización del país. Tras unos años de decadencia y cuando amenazaban su completa desaparición, algunas artes marciales de los tiempos feudales emergieron de nuevo, cambiando su orientación de artes de la guerra (con armas, llamado *bujutsu*, y sin armas, *jujutsu*), hacia formas educativas para alcanzar otros objetivos (Villamón, 1997).

El máximo representante de este hecho fue el maestro Jigoro Kano (1860-1938), un pedagogo muy interesado por los deportes. Dentro de este nuevo concepto de la sociedad japonesa, Kano, conocedor como alumno de varias escuelas de *jujutsu* (arte suave) y también de las tendencias europeo-norteamericanas en educación y en deporte, logró sistematizar las técnicas de este arte marcial japonés tradicional, a partir del principio de utilizar la energía de la forma más eficaz posible. Al resultado, Kano (1889) le denominó *Judo* (literalmente, camino de la suavidad).

Desde el punto de vista reglamentario, el Judo se puede clasificar como un deporte de lucha con agarre, cuya finalidad es derribar al oponente o controlarlo una vez que haya sido derribado (Dopico. 1998), para ello es imprescindible romper su equilibrio (Kuzushi) (Pöhler, 1998), mediante el desplazamiento y la acción coordinada de los miembros superiores e inferiores a través del agarre (Kumi-Kata). Esto dependerá de parámetros: Técnico – tácticos, psicológicos y de la condición física.

La zona de competición es una superficie cuadrada de 10x10 metros, que incluye una zona roja exterior de 1 metro de ancho, la cual presenta características especiales respecto a su utilización. Alrededor de esta zona de competición existe otra de seguridad (figura 1.1)

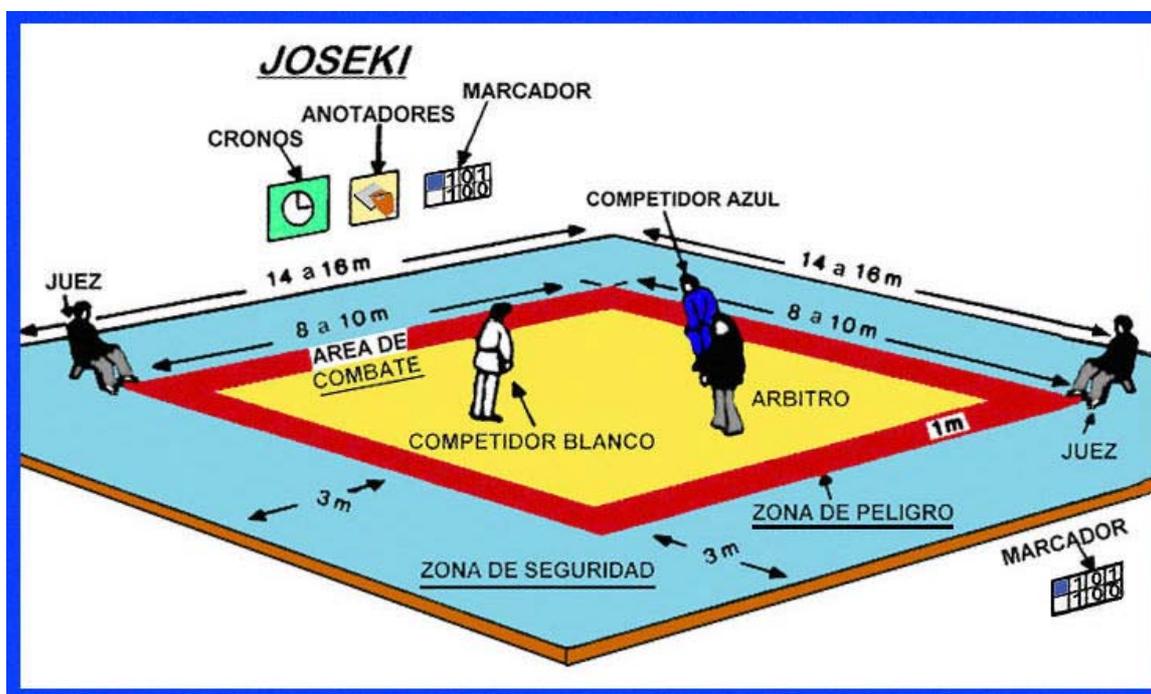


Figura 1.1. Zona de competición.

Los deportistas se distribuyen por categoría de sexo, edad y peso, siendo

sorteados para realizar sus combates. Cada combate tiene una duración de 5 minutos de lucha efectiva. El objetivo principal es conseguir un *ippon*. Esta puntuación se consigue mediante una proyección sobre la espalda, una inmovilización durante 25 segundos del adversario en el suelo o abandono de este por una técnica de luxación al codo o estrangulación. También existen puntuaciones menores (*koka*, *yuko*, *waza ari*). Para lograr esto, los judocas utilizan los distintos agarres (*kumi kata*) sobre el *judogui* del adversario.

1.2.- La competición en Judo. Objetivos y características.

El combate de Judo tiene una duración de 5 minutos de lucha efectiva, sin embargo la duración media es de 7 minutos y 19 segundos (Gorostiaga, 1998), durante este tiempo se alternan periodos de trabajo, con periodos de descanso. Según diversos estudios sobre la estructura temporal del combate de Judo (Gorostiaga, 1988; Castarlenas y Planas 1997; Bonitch 2004; Sikosrki, 1987), los periodos de trabajo oscilan entre 15 y 30 segundos y los de descanso sobre los 10 segundos.

Debido a la intensidad de los esfuerzos y los intervalos de descanso cortos, la resíntesis del ATP por la vía oxidativa es inviable y se hacen dependientes de la vía glucolítica (Tabata y col, 1997). Esta relación de dependencia puede encontrarse en estudios que verifican altas concentraciones de lactato sanguíneo después de los combates (Callister y col 1991; Franchini y col 2003).

La alta intensidad de la competición provoca estados de fatiga muscular, debido al elevado acúmulo de lactato, que a veces llega hasta los 18 mmol/l de sangre (Sikowski,

1992; Bracht, Moreira y Umeda, 1982; Callister, Callister, Fleco y Dudley, 1990; Callister, Callister, Staron, Fleck, Tesch y Dudley, 1991; Gringo, Amorim y Kokubun, 1995; Sikosrki, Mickiewicz, Majle y Laksa, 1987; Tumilty, Hanh y Telford, 1998). La excesiva producción de lactato aumenta la percepción de la fatiga, y esto hace que en muchas ocasiones, exista un descenso de la intensidad de trabajo de manera involuntaria (Serrano, 2001).

Abdessemed y col (1999), consideran que la acidosis no fue la causa directa de la fatiga durante la realización de ejercicios con periodos cortos de descansos, sino el efecto combinado de la acumulación de lactato y el tiempo de descanso insuficiente entre ellos, que no permitía la resíntesis completa de los depósitos de fosfato de creatina (PCr), produciendo una disminución de la potencia muscular.

Durante el combate el esfuerzo producido es discontinuo, e implica movimientos técnicos muy variados que demandan diferentes gastos de energía, dependiendo del adversario y del grado de implicación del judoca (Serrano, 2001).

Las constantes acciones de agarre, desequilibrio, ataques, proyecciones etc., producen en la musculatura una fatiga local siendo las mas afectadas la cintura escapular, brazos y piernas (Sikosrki, 1992). En esas situaciones de oposición que se dan tanto en entrenamiento como en competición la fuerza se manifiesta en todas sus variedades.

A grande rasgos, observamos que el entrenamiento de la fuerza en Judo abarca todas sus manifestaciones y representa, por su complejidad, un problema a la hora de su

medición y programación, así como combinarla adecuadamente con la mejora de otras capacidades.

Estas características hacen muy difícil reproducir en laboratorio el esfuerzo realizado por los judocas en entrenamiento y especialmente en competición.

1.3.-Estructura temporal del combate de Judo.

La imposibilidad material de realizar un análisis exacto de los requerimientos biológicos de un combate de Judo, debido a que en este deporte se produce un enfrentamiento directo con el adversario, ha llevado a muchos autores a utilizar la frecuencia cardiaca y el ácido láctico al final del mismo, como parámetros para realizar una estimación indirecta del costo energético, (Callister y col, 1991; Franchini y col, 2003; Gringo, Amorim y Kokubun, 1995; Sikosrki, Mickiewicz, Majle y Laksa, 1987; Tumilty, Hanh y Telford, 1998). Sin embargo el conocimiento de un valor medio global de estas variables, no proporciona información alguna sobre la sollicitación energética parcial existente durante las distintas fases del combate.

Se ha podido observar que mediante el análisis de la estructura temporal fraccionada del combate de Judo, se puede estimar de modo indirecto el coste energético durante el mismo, estudiando como se produce el reparto de los tiempos de detención temporal a lo largo del combate (Gorostiaga, 1988).

En efecto, la duración total (TT) de un combate completo se puede expresar como la suma de dos términos, el primer término corresponde a la duración del tiempo

real (TR) o tiempo que los judocas están realmente compitiendo. El segundo término corresponde al tiempo de detención temporal (TD) de combate debido a una discusión técnica arbitral, amonestación, detenciones técnicas, detención para colocarse el judogui, salida del judoca de la zona de competición, etc.

La duración del combate (hasta el final del tiempo reglamentario) es de 5 minutos. Estos 5 minutos se puede dividir en 5 unidades de tiempo real (UTE) de un minuto de duración. De este modo podemos deducir la siguiente formula:

TT =	TR	+	TD
(> 5 min)	(5 min)		(> 0 min)

Desde un punto de vista teórico, se puede admitir, que la frecuencia y duración de TD debería distribuirse de modo uniforme a lo largo de los 5 minutos de TR de un combate, es decir la duración del TD de cada UTE debería ser similar. Si se admite esta hipótesis y teniendo en cuenta que existe una relación inversa entre la intensidad relativa de una actividad y su duración (Astrand y col 1997; Costill y col.1969; Davies y col 1979; Leger y col, 1980), es valido admitir que un aumento en TD para una UTE determinada, reflejara una disminución de la intensidad relativa de la fase del combate correspondiente a dicha UTE, inversamente valores pequeños de TD reflejaran fases del combate de una intensidad relativamente alta. Por último, la presencia de valores similares de TD durante cada UTE, indicarán que la intensidad relativa lo largo del combate ha sido prácticamente constante.

Del estudio de la estructura temporal de los combates podemos deducir el coste energético al que se ven sometidos los judocas y de este modo planificar en la dirección adecuada el proceso de entrenamiento.

1.4.- Bases fisiológica del Judo.

1.4.1.- Vías de obtención de energía

En la preparación física para el deporte en general y para el Judo en particular, es necesario identificar, entre otras cosas, la contribución relativa de las vías energéticas. En actividades de muy corta duración, como es el salto o el lanzamiento o en las cíclicas de muy larga duración, las vías metabólicas son identificadas sin dificultad. En aquellas actividades en la que hay alternancia en la intensidad de trabajo, como son las modalidades deportivas colectivas y los deportes de lucha, como es el caso del Judo, esta identificación es más compleja.

De todas formas la capacidad de producir trabajo esta determinada por las características musculares que transforman la energía bioquímica en energía mecánica.

El músculo esquelético solo puede obtener energía de forma directa de un compuesto químico altamente energético denominado ácido adenosintrifosfato (ATP), pero los almacenes de ATP en las células musculares son muy pequeños, lo que lleva a la células musculares a generarlo a través de tres vías:

- 1.- El sistema anaeróbico-aláctico o sistema de los fosfágenos (ATP y fosfocreatina).

2.- El sistema anaeróbico láctico o glucólisis anaeróbica.

3.- El sistema aeróbico u oxidativo (hidrato de carbono, grasas y proteínas).

La utilización de una u otra vía varía en función de la actividad física desarrollada, en actividades de potencia (pocos segundos de duración y elevada intensidad), el músculo utiliza el sistema de los fosfágenos (ATP y fosfocreatina), para actividades de alrededor de 60 segundos de duración a la máxima intensidad, utilizará preferentemente las fuentes de energía glucolíticas no oxidativas (metabolismo anaeróbico), mientras que en actividades de más de 120 segundos, el sistema aeróbico (metabolismo aeróbico), será el que soporte fundamentalmente las demandas energéticas.

Estudios recientes sugieren que la transición entre la preponderancia de los sistemas energéticos anaeróbicos lácticos y aeróbicos ocurre antes de los 120 segundos, de manera que a partir de los 60 segundos el metabolismo anaeróbico láctico pierde gran parte de su protagonismo, mientras que el sistema aeróbico se hace realmente el más importante (López y Fernández, 2001).

La glucólisis anaeróbica comienza desde el inicio de la contracción muscular durante el ejercicio, habiéndose encontrado concentraciones de lactato de 25-46 mmol/kg de músculo seco después de 10 segundos de ejercicio intenso en cicloergómetro.

Parece claro que será muy difícil la participación única de uno de los sistemas energéticos en una actividad determinada, por lo que se debería hablar realmente de la

preponderancia de un sistema energético en una actividad física dada, debido al solapamiento continuo que ocurre entre esos sistemas.

Este solapamiento de los sistemas energéticos en función de la intensidad del ejercicio (del reposo al 120% del VO_2 máx.) se esquematiza en la figura 1.2

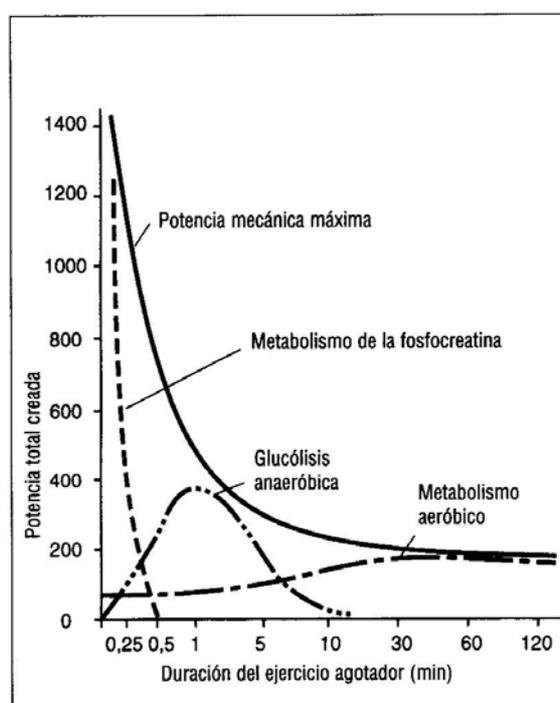


Figura 1.2. El encadenamiento de los metabolismos en función de la intensidad del ejercicio. El cálculo de la contribución de los aportes energéticos de los diferentes metabolismos se indica por debajo de la curva (Billar, 2002).

1.4.2.- Necesidades energéticas en la competición de Judo.

Las características temporales de los combates de Judo tienen importantes implicaciones fisiológicas, así los cortos periodos de descanso y los esfuerzos de alta

intensidad, necesitan de un gran porcentaje de participación del metabolismo anaeróbico láctico al comienzo del combate, pero al final de este, prevalece el metabolismo aeróbico (Muramatsu, 1994; Tabata, 1997), por lo que los judocas necesitan tener sistemas energéticos anaeróbicos y aeróbicos, apropiados para mantener la intensidad todo el combate (Thomas, 1989).

La necesidad de obtener una alta producción de energía mediante la glucólisis, puede estar demostrada por la alta producción de lactato sanguíneo que tienen los judocas después de los combates, (entre 13 y 18 mmol* Γ^{-1}) (Gorostiaga, 1988; Sijan, 1991; Elbine, 1991; Amarin, 1996; Carter, 1999).

Algunos autores sugieren que la excesiva acumulación de lactato esta relacionada con la disminución del rendimiento deportivo (Ahmaidi, 1996; Hogan, 1984; Karlsson 1975; Yates, 1983; Weltman, 1977; Bogdanis, 1994; Klausen, 1972). La explicación para esta relación podría ser la alta correlación entre el lactato y los H^+ libres que es el responsable de la acidificación muscular. A un pH de 6.4 la influencia de los H^+ detiene toda nueva descomposición del glucógeno ocasionando una rápida reducción del ATP, y en última instancia, el agotamiento. Además, los H^+ pueden desplazar al calcio dentro de las fibras, interfiriendo la formación de los puentes cruzados actina-miosina y reduciendo la fuerza contráctil de los músculos y la potencia, por lo tanto, el H^+ es el agente responsable de la pérdida de rendimiento deportivo y no el lactato (Metzger y Moss, 1990).

La mayoría de los investigadores están de acuerdo en que un pH muscular bajo es el principal factor limitante del rendimiento y la causa más importante de la fatiga

durante la realización de ejercicios máximos de corta duración (Wilmore, 2004), como es el caso del Judo.

La asociación entre el lactato, el H^+ y el rendimiento esta siendo cuestionada (Books, 2001), principalmente porque los estudios que demostraron la relación entre H^+ y la contracción muscular, no fueron realizados a temperaturas fisiológicas. Si la acidosis esta involucrada en la fatiga del músculo esquelético, el efecto puede ser indirecto, la acidosis extracelular puede además activar los grupos III y IV de los nervios aferentes en el músculo y por tanto estar implicado en la sensación de fatiga, (Westerbla y col, 2002).

Los judocas deben frecuentemente realizar varios combates el mismo día, a veces con periodos de tiempo muy cortos entre ellos (entre 10 y 30 minutos en los campeonatos), tiempo insuficiente para una recuperación metabólica completa (Cavazani, 1991). Existen evidencias de que la vuelta a los valores normales, ocurre de 30 a 60 minutos después de ejercicios de alta intensidad, con alta acumulación de lactato (Saltin, 1991).

El lactato producido durante un ejercicio de alta intensidad, en el músculo activo, es posteriormente metabolizado en el resto del cuerpo durante la siguiente fase (Rontoyannis, 1988).

Mientras que la concentración de lactato después de los combates esté entre 13 y 18 $mmol \cdot l^{-1}$, el intervalo de tiempo entre los combates es insuficiente para promover una adecuada eliminación del lactato, y como consecuencia el judoca empieza el siguiente combate en una situación de fatiga anticipada. Por lo tanto, la eliminación del

lactato después del esfuerzo, es un elemento importante tener en cuenta para mejorar el posterior rendimiento, principalmente cuando el ejercicio realizado es de gran intensidad (Ahmaidi, 1996; Awazu, 1999; García, 2004).

Cada ataque o esquiva solicita la vía anaeróbica aláctica, sin embargo si consideramos que las acciones se suceden durante un periodo de 5 minutos, es posible que el metabolismo anaeróbico láctico sea el predominante.

Autores como Taylor, 1981; Thomas y col, 1989; Little 1991; Callister ,1991 y García, 2004, han demostrado que para obtener éxito en la etapa de alto rendimiento, el judoca ha de tener una buena disponibilidad aeróbica, (entre 55-60 ml*kg⁻¹*min⁻¹), esta mejor capacidad aeróbica, hará que el judoca tenga una recuperación más eficiente en los periodos de descanso y por los tanto, mejor rendimiento en los sucesivos combates.

A pesar del acoplamiento de los metabolismos aeróbicos y anaeróbicos, Gariod y col (1995), afirman que existen dos tipos de judocas de acuerdo con su perfil de energía, los que tienen perfil de resistencia y utilizan el metabolismo aeróbico de forma predominante, y otros con un perfil explosivo, que utilizan más el metabolismo anaeróbico. Esto se plasma en las estrategias utilizadas por estos dos tipos de judocas, los del perfil aeróbico ganan bastantes combates al final del tiempo reglamentado, sin embargo los del perfil explosivo, lo hacen más al principio de los combates.

Estas características expuestas acerca del perfil energético de los combates de Judo, afectan de forma especial a la fuerza del judoca

1.5.- La Fuerza en Judo.

1.5.1.- La fuerza, capacidad fundamental para generar movimiento.

Existen numerosas clasificaciones de las cualidades físicas. Su principio general consiste en oponer las diferentes cualidades que se las entiende como inconciliables, así, Letzelter opone cualidades condicionales a la coordinación. Sin embargo, Cometti (1998b, 1989a), propone una representación más funcional de las cualidades físicas, siguiendo una afirmación, hoy común de las ciencias (humanas y biológicas) (figura 1.3): *el individuo posee una estructura que pone en juego y moviliza energía, energía-estructura es la relación central alrededor de la cual se equilibran las diferentes cualidades.*

La energía-estructura está constituida por el sistema complejo que conforma el cuerpo humano. Por un lado, está la estructura (palancas, articulaciones y músculos) y por otro lado están los sistemas energéticos que van a definir, junto a la naturaleza genética de la estructura, qué tipo de movimiento seremos capaces de generar.

Dentro de la estructura es el músculo el que ocupa el lugar principal, cuando funciona produce fuerza, por tanto la fuerza es el centro de nuestro mapa de cualidades.

Padial (1993), siguiendo la línea de Cometti (1989), considera el papel de la fuerza como capacidad física central, en función de la cual el sistema deportista es capaz de generar movimiento gracias a las tensiones musculares (fuerza). Estas tensiones se pueden aplicar durante un tiempo determinado, utilizando las distintas vías de obtención de energía, junto a la capacidad volitiva de soportar una carga de

trabajo en el tiempo (resistencia). La amplitud de los arcos articulares, durante la realización de los movimientos, depende de la movilidad articular y la elasticidad (amplitud de movimiento).

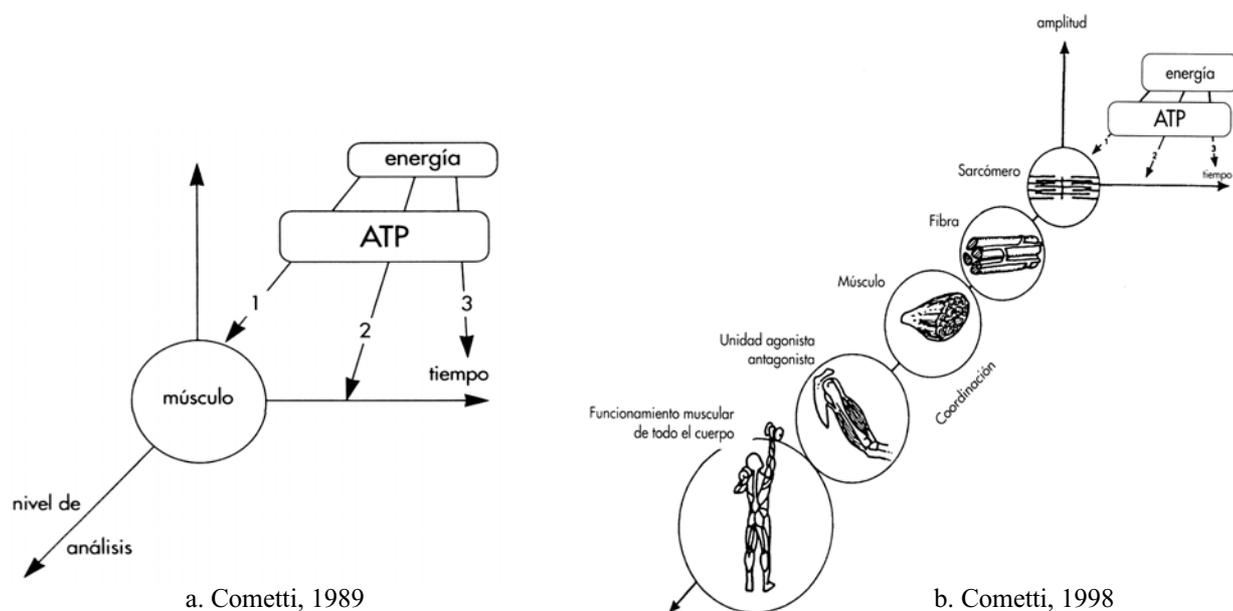


Figura 1.3. Esquema general de las cualidades físicas según Cometti, (1998 a; 1989 b). (Tomado de Cometti, 1998).

Un último factor a considerar, es la secuencia espacio-temporal del gesto, que responde a los mecanismos de creación y control de los impulsos nerviosos (coordinación). La velocidad no la consideró como una capacidad física del sistema deportista, sino como una combinación de ellas (figura 1.4). Este autor es el primero en considerar al deportista como un sistema de sistemas, denominándolo “Sistema Deportista”.

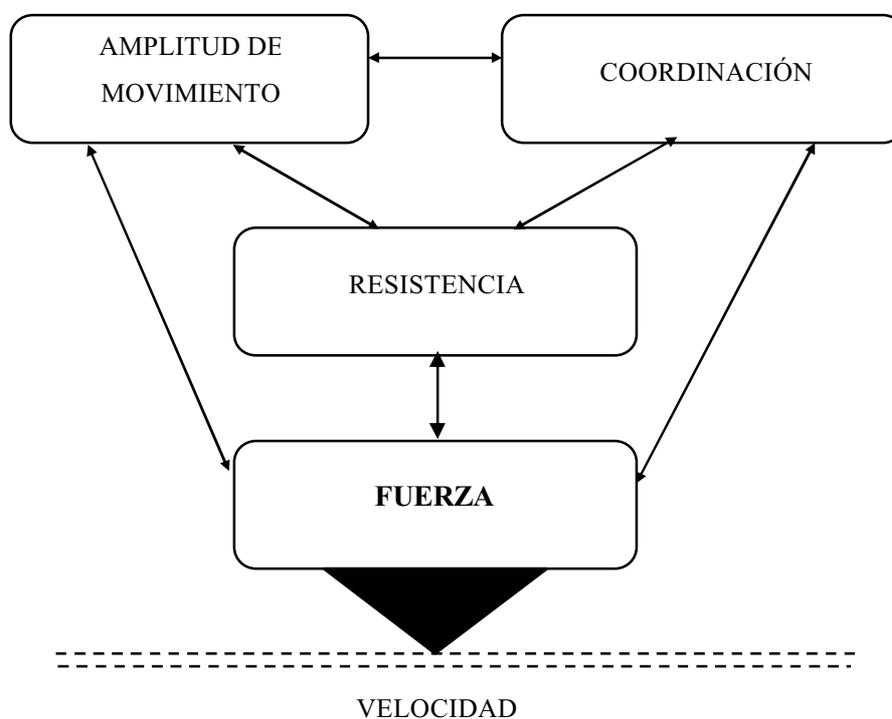


Figura 1.4. Clasificación de las cualidades físicas. Padial, (1993).

La fuerza, como se puede observar de nuevo, ocupa un lugar central, principal, dentro del mapa de cualidades físicas del sistema deportista. En el entrenamiento moderno no se puede hablar de un proceso de preparación del deportista sin tener en cuenta esta cualidad física, independientemente de la disciplina deportiva, o el fin para el que se realice la actividad física.

Considerando que el entrenamiento es un proceso complejo y organizado, de larga duración, cuyo objetivo es el desarrollo de adaptaciones óptimas necesarias para la obtención máxima de rendimiento, el entrenamiento de la fuerza debe estar perfectamente integrado dentro de ese proceso para alcanzar las metas propuestas.

1.5.2.- Manifestaciones de la fuerza.

La concreción de las distintas manifestaciones de la fuerza en el deporte ha generado controversia entre diversos autores. Se debe partir del hecho de que la fuerza no suele manifestarse de forma pura, sino que lo hará en función de las necesidades de movimiento presentes en el deporte.

Partiendo de la clasificación de Vittori (1990), se diferencian, dos tipos de manifestaciones de la fuerza: estática y dinámica y dentro de esta última una manifestación activa y otra reactiva.

✍ **Manifestación Estática:** No hay trabajo mecánico externo (Komi, 1979), aunque sí lo hay a nivel interno (intramuscular). La velocidad de los segmentos implicados es igual a cero. Hay que diferenciar dos tipos:

? **Manifestación Estática o Fuerza Isométrica Máxima (FIM):** se produce cuando el sujeto realiza una contracción voluntaria máxima contra una resistencia insalvable.

? **Manifestación Estática Submáxima o Fuerza Isométrica Submáxima:** se produce cuando el sujeto realiza una contracción voluntaria submáxima contra una resistencia superable.

✍ **Manifestación Activa:** Es el efecto de la fuerza producido por un ciclo simple de trabajo muscular. Debe producirse desde una posición de inmovilidad total, aunque

en este gesto se produce el CEA, su aportación es despreciable. Dentro de este apartado se sitúan las siguientes manifestaciones:

- ? **Manifestación Máxima Dinámica o Fuerza Dinámica Máxima (FDM):** es aquella que aparece al mover, sin limitación de tiempo, la mayor carga posible, en un sólo movimiento. Es una manifestación de un elevado valor de fuerza, la velocidad de desplazamiento de la carga es lenta.
- ? **Manifestación Máxima Dinámica Relativa:** máxima fuerza que puede aplicar un músculo a una velocidad dada, y es un % de la FIM.

✂ **Manifestación Reactiva:** Es el efecto de la fuerza producido por un ciclo doble de trabajo muscular, o lo que es lo mismo por un Ciclo Acortamiento Estiramiento (CEA).

- ? **Fuerza Elástico-Explosiva:** Siguiendo los mismos factores que la fuerza explosiva máxima (acción lo más rápida y potente posible), en esta manifestación entra en juego el componente elástico (estiramiento muscular) y se realiza a alta velocidad y tiempo de ejecución altos, como consecuencia de largos desplazamientos angulares en los segmentos implicados.
- ? **Fuerza Reflejo-Elástico-Explosiva:** Añade a la anterior un componente de facilitación neural importante como es el efecto del reflejo miotático (de estiramiento), que interviene debido al carácter del ciclo estiramiento

acortamiento (CEA), mucho más rápido y con una fase de transición muy corta. Esta participación refleja hace que aumente el número de UM implicadas, permitiendo desarrollar gran tensión en un corto periodo de tiempo (Padial, 1994).

Por otro lado, se podría diferenciar la resistencia de todas las manifestaciones nombradas. Compartimos la idea con otros autores de que la fuerza-resistencia no es una manifestación de la fuerza, no es sólo una cuestión terminológica, sino que es una cuestión de lo que realmente ocurre en el músculo. El término *Resistencia a la Fuerza*, que se define como una derivación específica de la fuerza, que un sujeto puede ejercer en actividades motoras que requieran una tensión muscular relativamente prolongada, sin que disminuya la efectividad de la misma (Verkhoshansky, 2000). En este sentido, y siguiendo esta línea, habría que afirmar que se podría establecer una resistencia específica a cada manifestación de la fuerza.

1.5.3.- Distintas manifestaciones de la fuerza en Judo.

Cualquier mejora de la eficiencia muscular y del rendimiento deportivo, se identifica generalmente como mejora de la capacidad de desarrollar elevados gradientes de fuerza propulsora, que determinan la mejora de la velocidad de ejecución de un determinado gesto.

Estudiar los complejos fenómenos que van unidos al desarrollo de la fuerza no es muy fácil. A pesar de esto, tratar de sistematizar de forma orgánica y analítica los distintos componentes que determinan tanto la valoración, como la mejora de la fuerza,

ha sido y es el objetivo de estudios e investigaciones de muchos autores.

Las distintas manifestaciones de fuerza se pueden clasificar considerando tanto aspectos neuromusculares que modulan la tensión, como los procesos metabólicos implicados que determinan su duración (Bosco, 2000). En cualquier caso, las determinaciones de las distintas expresiones de fuerza no se pueden distanciar de la referenciada y utilizada en la fisiología clásica para describir las relaciones entre la fuerza y la velocidad.

Después de analizar las interacciones que existen entre estas dos características no es tan difícil poder formular una clasificación que refleje sus contenidos. Cuando la carga a movilizar disminuye, también lo hace la fuerza que debe ser desarrollada mientras que la velocidad aumenta (figura 1.5).

En todo caso cualquiera que sea el mecanismo biológico implicado en el establecimiento de estas relaciones, parece bastante claro que la Fuerza Máxima se manifiesta con velocidades bajas, mientras que la Fuerza Explosiva se manifiesta con velocidades altas. Por el contrario, la resistencia a la fuerza rápida y la resistencia muscular, están muy limitadas por los procesos metabólicos implicados y poco por los procesos neuromusculares.

En el análisis de las demandas de fuerza en cada deporte debe tenerse en cuenta, entre otros, aspectos tales como:

? Tiempo disponible para alcanzar el nivel de tensión exigido, es decir,

- el nivel de explosividad solicitado por los diferentes tipos de acciones
- ? Número de veces que se repiten las acciones durante el tiempo que dura el enfrentamiento deportivo.
- ? Condiciones en las que se realiza la contracción, esto es, si tiene lugar en contracciones isométricas, concéntricas, en ciclo de estiramiento acortamiento (CEA), etc.
- ? Nivel de resistencia a vencer.

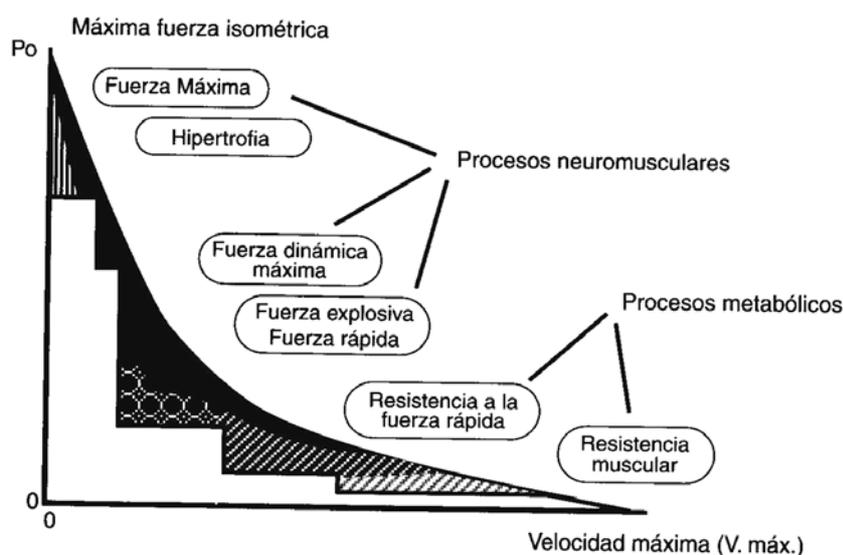


Figura 1.5. Representación esquemática de la relación fuerza-velocidad y clasificación biológica de las distintas manifestaciones de fuerza (Bosco, 2000).

La fuerza en Judo se manifiesta en todas sus variedades. Así la fuerza dinámica máxima es protagonista en el trabajo en suelo (ne waza) y en los movimientos y gestos técnicos realizados con velocidades bajas, la fuerza isométrica máxima y submáxima lo

es a la hora de controlar al adversario e intentar fijar su posición a través del agarre (kumi-kata), y la fuerza explosiva es de vital importancia a la hora de producir fuerza en el menor tiempo posible, con el objetivo de crear desequilibrios o realizar el gesto conveniente para proyectar al rival o evitar que este nos proyecte. Las constantes acciones de agarre, desequilibrios, entradas, proyecciones, etc., producen en la musculatura una fatiga local que a medida que transcurre el tiempo del combate se llega a hacer insoportable. El entrenamiento de la resistencia a la fuerza va a ser el método profiláctico adecuado ante tal situación (García, 2004).

De entre las distintas manifestaciones de fuerza que se dan en Judo, son muchos los autores que otorgan a la manifestación de Fuerza Explosiva, un papel relevante en el entrenamiento del competidor (Sanchís y col 1991; Barta, 1995; Brousse, 1998; García, 1998; Fujii, 1998; Visser, 1999; Nakanishi, 1999), otros afirman que en Judo existen necesidades altas de Fuerza Dinámica Máxima (Lainier,1984), necesidades altas de Resistencia a la Fuerza (Takahashi, 1992; García, 2004) o valores altos de Fuerza isométrica máxima (Taylor, 1989; Monteiro, 2001), no obstante desde el punto de vista metodológico, se ha tendido a proponer planteamientos demasiado genéricos sobre conceptos como explosividad, potencia, fuerza rápida o veloz.

En este sentido si consideramos la explosividad como la relación entre el nivel de tensión generado por el músculo y el tiempo para obtenerlo, no podremos hablar de explosividad como un concepto absoluto, sino que existirán diferentes grados de explosividad en función de las diferentes cargas. Por lo tanto, la especificidad del entrenamiento debería asegurar la mejora de la relación fuerza-tiempo ante aquellos niveles de carga que estén cercanos a los encontrados en la situación deportiva

específica (González y Rivas, 2002).

En términos similares, el concepto potencia, debemos contemplarlo en relación a los niveles de carga empleados, pues de esta forma adquiere sentido, ya que el deportista desarrolla diferentes niveles de potencia en función del nivel de resistencia que debe vencer (González y Rivas, 2002). El objetivo primordial del entrenamiento será incrementar la potencia mecánica desarrollada por el sujeto ante cargas semejantes a las específicas de la disciplina deportiva.

Lo que se debe buscar en Judo no es la consecución de unos valores exagerados de Fuerza Dinámica Máxima, sino la adquisición de valores adecuados de fuerza útil (González y Gorostiaga, 1995), que tiene como característica principal la de desarrollar la mayor fuerza posible con la velocidad y habilidad técnica específica necesaria para lograr el éxito, y todo ello dentro de un intervalo de tiempo que oscila entre los 300 ms en acciones rápidas y los 600 ms para acciones lentas (Awazu 2001, citado por Nakanishi, 2003).

Para tener éxito en este deporte hay que tener altos valores de Resistencia a la Fuerza Explosiva (García, 2004).

1.5.4.- Curvas fuerza-tiempo y fuerza-velocidad.

Estas curvas reflejan las características de la manifestación de la fuerza en el deporte, pues relacionan los tres factores determinantes en la medición de fuerza: fuerza aplicada, velocidad de ejecución y tiempo empleado.

Estas curvas f-t y f-v son formas diferentes de expresar la relación de la fuerza y el tiempo (González y Gorostiaga, 1995), cualquier modificación que se produzca en la curva f-t, vendrá reflejada en la curva f-v y viceversa. La curva f-t puede utilizarse tanto para mediciones estáticas como dinámicas, mientras que la curva fuerza-velocidad sólo para mediciones dinámicas, y tiene asociada una curva de potencia.

En la figura 1.6 se representan las curvas fuerza-velocidad típicas de una persona lenta y otra rápida (Bosco, 1983; en Bosco, 1992). Se comprueba como las curvas están muy próximas cuando las cargas son altas, pero a medida que éstas disminuyen, las diferencias se acentúan. Así, la velocidad máxima que alcanza el sujeto más lento, sin resistencia, la conseguiría el más rápido con una resistencia aproximada al 20% de la fuerza máxima.

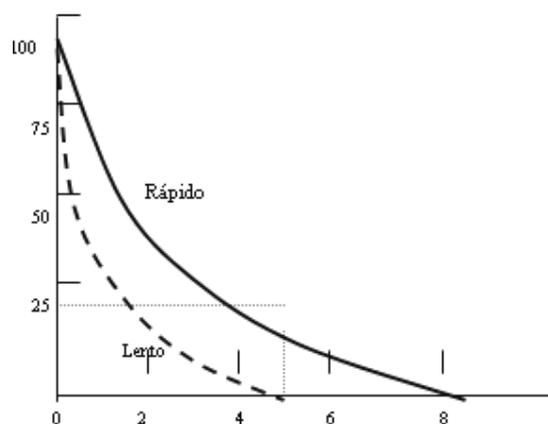


Figura 1.6. Ejemplo de la relación fuerza velocidad en un sujeto lento y otro rápido (modificado de Bosco, 1992).

Las curvas fuerza-velocidad constituyen una herramienta básica en la valoración del efecto del entrenamiento. Como muestra representativa, en la figura 1.7 se muestran los cambios más usuales acontecidos a lo largo de la preparación de un deportista.

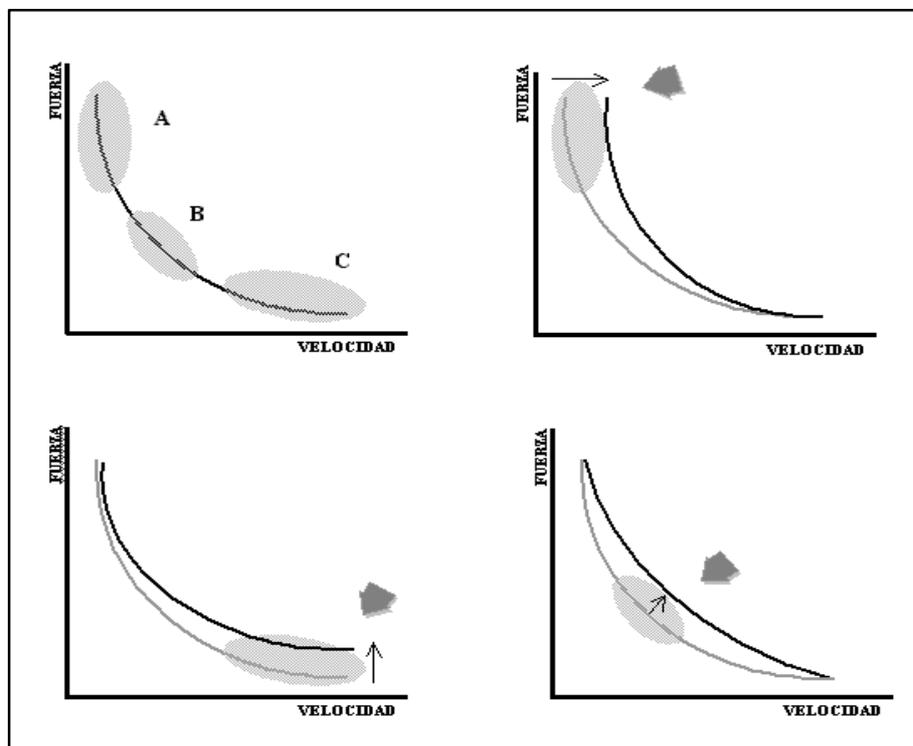


Figura 1.7. En las figuras se observan tres casos de diferentes momentos de la preparación de un deportista. El caso A representa la adaptación de un sujeto que ha entrenado con cargas pesadas, el B con cargas submáximas y el C con cargas ligeras. Existe la posibilidad de que toda la curva se desplace a la derecha, esto ocurre con atletas principiantes fundamentalmente (modificado de Zatziorsky, 1995).

Se comprueba como las modificaciones positivas (Figura 1.8) se producen cuando:

- A. La curva fuerza-tiempo se desplaza hacia la izquierda, lo cual significa que:
 - a. Para producir la misma fuerza se tarda menos tiempo.

- b. En el mismo tiempo se alcanza más fuerza.
- B. La curva fuerza-velocidad se desplaza hacia la derecha, y lo que ocurre es que:
- a. La misma carga se desplazaría a mayor velocidad.
- b. A la misma velocidad se desplazaría más carga.

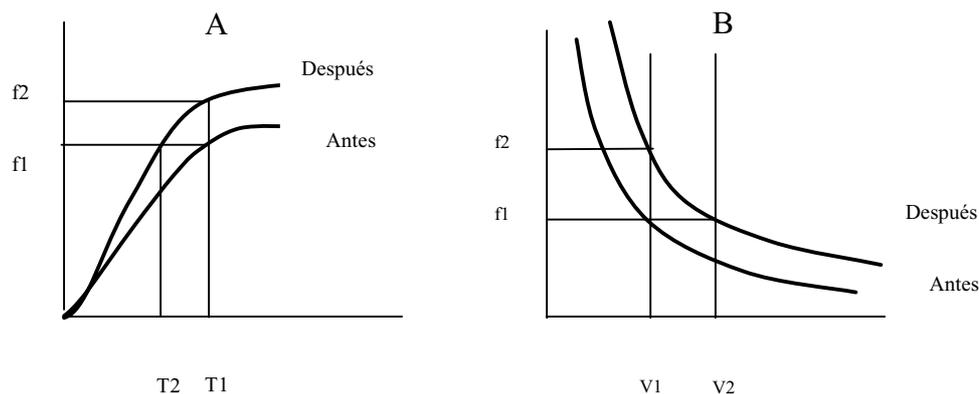


Figura 1.8. Los cambios producidos en la curva $f-t$ son equivalentes a los producidos en la curva $f-v$. Figura A: la fuerza 1 (f_1) se manifiesta en menos tiempo (T_2) que al principio (T_1). Esto es equivalente en la figura B: al desarrollar la misma fuerza a mayor velocidad (V_2) que al principio (V_1). En la figura A (izquierda): en el mismo tiempo (T_1) se alcanza mayor fuerza (f_2) que al principio (f_1). Esto es equivalente en la figura B, al desplazar a la misma velocidad (V_1) mayor carga (f_2) que al principio (f_1) (modificado de González Badillo y Gorostiaga, 1995).

Con esto, se argumenta la equivalencia de ambas curvas al evaluar situaciones dinámicas, ya que los efectos recogidos en los apartados Aa-Ba y Ab-Bb se refieren respectivamente a una misma mejora.

1.5.5.- La potencia.

Muchos deportes involucran movimientos que requieren generar fuerza durante cortos periodos de tiempo (Mcbride y col, 1999). Tales movimientos incluyen

lanzamientos, saltos, cambios de dirección, y actividades diversas. En tales actividades la potencia es la principal causa del rendimiento (Baker, 2001; Haff y col, 2001; Newton y col, 1994).

En el deporte lo que interesa es medir la fuerza aplicada, que depende, entre otros factores, de la técnica con la que el sujeto realiza el gesto que se mide. De la fuerza aplicada dependerá la potencia que se puede generar, que desde el punto de vista del rendimiento físico, es el factor determinante del resultado deportivo. Tanto si la potencia es máxima en unas condiciones dadas (impulsión de las piernas de un *seoi nague* en Judo), como cuando se trata de mantener durante más o menos tiempo un determinado valor de potencia (la repetición de los gestos técnicos durante los 5 minutos de combate), en el fondo no es más que la aplicación de una determinada fuerza.

La potencia mecánica puede ser definida como el producto de la fuerza aplicada multiplicada por la velocidad, en cada instante del movimiento (Knuttgen, 1987).

Desde el punto de vista del rendimiento deportivo, lo más importante es conseguir el mejor producto fuerza-velocidad a través del movimiento, es decir, la potencia máxima (PM) que se ha considerado como el Umbral de Rendimiento Muscular (URM), o situación en la que se obtiene el máximo rendimiento mecánico (González y Ribas, 2002).

$$\mathbf{P = T/t = F * d / t = F * V}$$

P: potencia, T: trabajo, F: fuerza, d: distancia, t: tiempo, V: velocidad.

La potencia viene asociada a la curva fuerza-velocidad, por tanto, también existe una curva de potencia, dependiente de la curva fuerza-velocidad. (Figura 1.9)

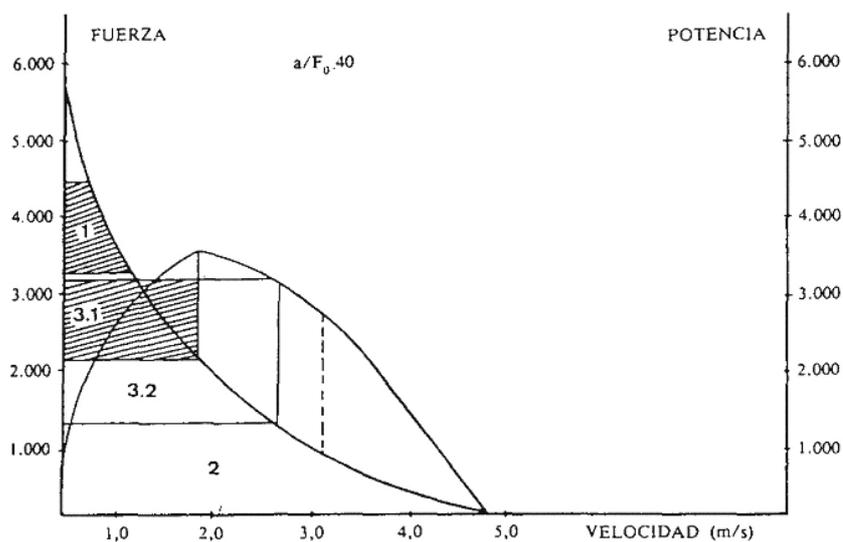


Figura 1.9. Curva de potencia y relación con la curva f-v (Tihany, 1988).

La potencia máxima de contracción se consigue con cargas submáximas a velocidades medias (Siegel y col, 2002).

Por tanto la curva fuerza-velocidad será un continuo en el que distinguimos tres grandes zonas:

1.- Zona de utilización de máxima o gran fuerza y mínima o poca velocidad. La potencia desarrollada es media o baja.

2.- Zona en la que se consigue un gran velocidad pero ante resistencias pequeñas. La potencia también será media o baja.

3.- Una zona en que la fuerza aplicada y la velocidad presentan valores intermedios. La potencia alcanza sus máximos niveles.

Siempre que entrenamos lo hacemos en una de las grandes zonas de la curva fuerza-velocidad con una potencia distinta. La zona en la trabajamos va a determinar el efecto básico del entrenamiento.

En el entrenamiento, no sólo hemos de considerar la carga que empleamos (zona) como resistencia a vencer, sino la potencia mínima que debemos desarrollar en cada en cada una de las repeticiones que realizamos.

Las transformaciones de la curva fuerza-velocidad son un fiel reflejo de los cambios producidos en el comportamiento motriz del deportista en cualquier fase del entrenamiento.

La aplicación de más fuerza sólo se podría conseguir si la velocidad es menor, y un aumento de velocidad siempre vendrá acompañado de una menor aplicación de fuerza. Cualquier cambio en una de estas variables, que se alejara de los valores óptimos, daría lugar a una reducción de la potencia manifestada.

Los valores concretos de fuerza y velocidad a los que se alcanza la potencia máxima o URM, no son los mismos en todos los sujetos y especialidades. Como termino medio, la fuerza debe estar entre el 30 y 40% de la fuerza isométrica máxima y la velocidad entre el 35 y el 45 % de la velocidad máxima de contracción ante resistencias muy ligeras o nulas (Badillo y Gorostiaga, 1995).

Existe discrepancia sobre la carga con la que se consigue la máxima potencia

(porcentaje de la fuerza isométrica máxima, o porcentaje de 1RM), Baker y col (2001).

Faulkner y col. (1986); Wilson y col (1993) y Moss (1997) consideran que la resistencia con la que se consigue la potencia máxima es un 30% de la fuerza isométrica máxima.

Otros autores sostienen, que es con el 30 al 45% de una repetición máxima (1RM) con la carga que se consigue la potencia máxima (Harris y col, 2000; Kaneko y col, 1983; Moss y col, 1997; Newton y col, 1997).

Otros investigadores han abogado por resistencias en un rango del 10 al 80 % de 1RM para la máxima producción de potencia (Baker, 1993; Baker, 2001; Baker y col, 2001; Garhammer, 1993; Moss y col, 1997; Newton y col, 2002; Stone y col, 2003; Thomas y col, 1996), cuando se tiene en cuenta, la naturaleza del ejercicio (parte superior e inferior del cuerpo, simple o complejo, tradicional explosivo etc.), la experiencia en el entrenamiento del atleta, el nivel de este y el momento dentro del ciclo anual de entrenamiento.

El objetivo del entrenamiento es mejorar la potencia que se manifiesta con el gesto de competición, es decir, la potencia específica (González y Ribas, 2002). Sin embargo, la mejora de esta no es incompatible con la mejora de la potencia máxima. De hecho la mejora de la potencia específica se estima a través de la mejora de la potencia máxima en algunos ejercicios de transferencia media o máxima. Así la capacidad para mantener la producción de potencia durante un ejercicio intermitente con los brazos, puede diferenciar a judocas de diferentes niveles competitivos (Franchini y col 2003).

El valor máximo de potencia depende de la velocidad del movimiento y de la fuerza aplicada, pero si tenemos en cuenta que sujetos con valores de potencia máxima muy diferentes la alcanzan a velocidades idénticas o muy próximas, (González y Ribas, 2002), debemos concluir que el factor diferenciador de la potencia, es la fuerza aplicada, por lo tanto, para mejorar la potencia máxima o URM la vía que tiene más posibilidades, es la mejora de la fuerza.

Esta afirmación viene reforzada si tenemos en cuenta que la velocidad de contracción muscular tiene un margen pequeño de mejora, y en cualquier caso mucho menor que el de la fuerza.

Quizás esta sea la razón por la que se ha observado que cuando se entrena con porcentajes superiores a aquellos con los que se alcanza la máxima potencia, se obtiene un mayor efecto sobre la mejora de toda la curva de potencia, que cuando se entrena con movimientos que permiten una gran velocidad, pero que necesariamente, han de realizarse con tantos por ciento de fuerza inferiores a aquellos con los que se alcanza la máxima potencia (Kaneko y col, 1983; Moss y col, 1997).

La fuerza explosiva tiene también una intervención decisiva en la mejora de la potencia, la mayor producción de fuerza a la misma velocidad sólo se puede alcanzar, si mejora la producción de fuerza en la unidad de tiempo.

La fuerza que se aplica al alcanzar la máxima potencia es un valor de la fuerza dinámica máxima relativa (FDMR), es decir, un valor inferior al de la fuerza dinámica

máxima (FDM), que es la fuerza aplicada en 1RM. Por tanto la mejora del URM no depende directamente de la FDM sino de la mejora de la FDMR con la que se alcanza la máxima potencia.

Si la FDM no se ha modificado, alcanzar una mayor FDMR significa que ha disminuido el déficit de fuerza, y esto sólo se puede conseguir si se aplica mas fuerza en la unidad de tiempo. No obstante la FMDR no mejora permanentemente si nunca mejora la FDM.

Stone y col, (2003), encontraron una alta correlación entre la fuerza máxima (1RM squat) y la potencia incluso con un peso ligero (squat con salto al 10% de 1 RM, $r= 0.78$ para contramovimiento y $r= 0.84$ para la posición de estático), indicando la posibilidad que el entrenamiento con cargas pesadas puede mejorar la potencia, incluso contra cargas ligeras.

Schmidtbleicher y col (1992) y Moss y col (1997), indican que la influencia de la máxima fuerza sobre la producción de potencia disminuye cuando la carga exterior disminuye.

En un estudio realizado por Bosco (2000), con un velocista de nivel internacional, sometido a un año de entrenamiento de fuerza con cargas altas, observo que la potencia, medida con el ejercicio de squat 90°, mostró una gran mejora con cargas altas, sin embargo disminuyó con cargas ligeras.

Debe existe una alta correlación entre la potencia y la fuerza máxima en Judo ya

que la carga exterior que tiene que vencer es elevada (el peso del contrario).

Haciendo una revisión de los estudios realizados, deducimos que aquellos que han utilizado sujetos desentrenados, o ejercicios de una sola articulación (analítico), o ejercicios con la parte superior del cuerpo, tienden a soportar más bajos porcentajes de la carga máxima (30-45%), mientras que estudios que han utilizado sujetos entrenados, ejercicios multiarticulares, o de piernas, han tendido a porcentajes más altos (30-70% de 1RM) para la máxima manifestación de potencia mecánica,(Thomas y col, 1996; Baker, 2001; Cronin y col, 2001; Izquierdo y col, 2001; Baker y col, 2001; Rahmani y col, 2001; Izquierdo y col, 2002; Siegel y col, 2002), aunque este no es siempre el caso (Stone y col, 2003).

Parece que la carga óptima para producir la máxima potencia mecánica depende de la naturaleza del ejercicio y/o de la experiencia del atleta (Baker, 2001). Es más, el estado del atleta durante el ciclo anual de entrenamiento podría también afectar a la carga óptima (Baker, 2001; Newton y col, 2002).

Recientemente, Izquierdo y col. (2002), investigaron la curva de potencia-carga en squat 90° y press banca en 70 sujetos masculinos de diferentes deportes (halterofilia balonmano, ciclismo medio fondo y control). Ellos revelaron que la máxima potencia era producida en condiciones de carga alta (45-60% de 1RM) en squat 90° y del 30-45% en el press banca, corroborando los de Siegel y col (2002).

En nuestro estudio, realizado con judocas de nivel nacional y regional, la máxima potencia era producida con el 70.3 % de 1RM en squat 90°.

Izquierdo y col (2002), sugieren que las diferencias observadas entre los ejercicios de la parte superior del cuerpo y la parte inferior en la producción de fuerza pueden ser explicadas por las grandes diferencias en la fuerza máxima, tipo de entrenamiento, sesión transversal muscular, distribución del tipo de fibra y arquitectura muscular (longitud del músculo, ángulos de la fibra muscular), así como diferencias funcionales según la posición de la articulación y geometría de la articulación y palanca.

Otra posible explicación de esas diferencias puede ser que los ejercicios de la parte inferior del cuerpo (squat), deben desplazar mayor masa corporal, en comparación con los ejercicios de la parte superior del cuerpo (press banca). Por lo tanto, incluso cuando levantamos la misma carga externa en el squat y en el press, es necesario ejercer más fuerza durante el squat completo, ya que la masa corporal sería una carga adicional.

En el estudio realizado por Bosco y col. (1996), con velocistas, halterofilos y culturistas, donde cada grupo realizó un protocolo de fuerza máxima, según la disciplina deportiva practicada, se llegó entre otras, a la conclusión que la significativa disminución de la potencia muscular, durante los ejercicios de squat 90°, se podría explicar en parte por la progresiva reducción de la actividad de las unidades motoras fásicas para minimizar los efectos de la fatiga que, en consecuencia, evita una caída y un deterioro de las transmisiones neuromusculares (Bigland-Ritchle y col, 1979; Moritani y col 1985).

1.5.6.- La Fuerza Explosiva.

La relación entre la fuerza y el tiempo puede venir expresada a través de la curva fuerza-tiempo (Cf-t). Hablar de esta curva es hablar de fuerza explosiva (FE).

La fuerza explosiva se entiende como la mejor razón matemática entre la fuerza aplicada y el tiempo necesario para hacerlo. Se mide en $N*s^{-1}$.

En la literatura anglosajona la única expresión de la fuerza explosiva es la denominada “*rate of force development*” (RFD), que significa “ratio de desarrollo de fuerza” expresada en $N*s^{-1}$ y corresponde a la pendiente de la curva fuerza-tiempo en el punto considerado.

Los valores de la fuerza explosiva de un individuo pueden ser casi infinitos, tantos como el número de resistencias que pueda desplazar más uno, que será aquella que no pueda desplazar y que significaría el valor de su fuerza explosiva de carácter isométrica máxima.

Si hacemos infinitas mediciones de la fuerza explosiva entre dos puntos de la curva f-t, nos encontramos que existe un momento en que la producción de fuerza por unidad de tiempo, es la mas alta en toda la curva, a este valor se le llama fuerza explosiva máxima (FEM), en la práctica se da entre 1 y 10 ms En la literatura anglosajona se le denomina *maximun rate of force development* (R.F.D.M.) (González, 1998).

Por encima del 30% de la Fuerza Isométrica Máxima (FIM), la FEM es estable y

siempre puede ser la máxima absoluta, pero si empleamos resistencias inferiores al 30% de la FIM, no se puede llegar a manifestar la FEM o MRFD, de lo que se deduce que la FEM se produce en la fase estática de cualquier desplazamiento de una resistencia.

Esto nos lleva a dos reflexiones:

A) Que la FEM no tiene nada que ver con la producción del movimiento,

B) y la 2ª, que la FEM no debe asociarse sólo a movimientos muy rápidos.

La FE y la FEM tienen una estrecha relación con la velocidad del movimiento ante una misma carga o resistencia externa, ya que la mayor o menor velocidad del movimiento depende precisamente de la capacidad de producir fuerza rápidamente. Con estas características en la producción de fuerza la velocidad del movimiento será máxima a casi máxima, para una resistencia dada (Stone, 1993).

El valor de la FE al inicio de la curva es un factor limitante cuando se desplazan resistencias ligeras o se dispone de poco tiempo para aplicar la fuerza (Sale, 1992). Sin embargo, cuando la resistencia es alta, caso del Judo, el impulso depende de la pendiente en una fase posterior, tanto más tarde cuanto más alta sea la resistencia y el pico máximo de fuerza (PMF), (Verkhoshansky, 1986, 1996; Shmidbeicher, 1992).

Cuanto mayor sea la resistencia, mayor relación existe entre la FDM, la FE y la velocidad de ejecución.

La fuerza explosiva, objetivo básico del entrenamiento, refuerza su relación

progresivamente con la velocidad absoluta, la fuerza inicial, la fuerza de aceleración y la fuerza máxima a medida que aumenta la resistencia externa (Verkhorshansky, 2000) como es el caso del Judo, donde la oposición puesta por el adversario es grande.

Es conveniente observar a efecto de entrenamiento, que el valor de la fuerza explosiva máxima (FEM) no coincide nunca con el que se consigue al desplazar la máxima resistencia individual posible.

Dependiendo de las características del individuo, la FEM, suele aparecer en resistencias comprendidas entre el 20% y el 80% del 1RM. De hecho su aparición en uno u otro porcentaje del 1RM, determina las características de la fuerza muscular de un deportista, y la evolución de la especificidad de su entrenamiento. De todas maneras cuanto mejor sea el nivel deportivo del sujeto, mayor es el papel que desempeña la FE en el rendimiento (Zatsiorky, 1995).

El problema que surge en la evaluación de la fuerza en Judo, es que la resistencia que nos encontramos durante el combate es siempre variable, por lo tanto no podemos conocer el valor de la fuerza explosiva relativa que más nos interesa para el entrenamiento del judoca.

Hay otra observación importante en lo relacionado con el entrenamiento de la fuerza explosiva, sobre todo en deportes de fuerza generalizada como es el caso del Judo, y es que si se trabaja la musculatura del miembro superior, el entrenamiento no va a ser transferido al miembro inferior.

Por lo tanto, la correcta evaluación de la fuerza explosiva en Judo habría que

relacionarla con la musculatura protagonista de cada acción determinante por un lado, y por otro la resistencia que a de vencer. Es probable que un grupo muscular tenga que ser entrenado para vencer más de un tipo de resistencias.

Distintos autores (Barta, 1995; Brousse, 1998; García, 1998; Fujii, 1998 ; Visser; 1999; Nakanishi, 1999, citados por García en su tesis doctoral, 2004), sostienen que la Fuerza Explosiva Máxima y la Resistencia a la Fuerza Explosiva Máxima son requerimientos específicos en la alta competición de Judo.

Como conclusión podemos afirmar que la fuerza explosiva debe ser contemplada desde el nexo de unión entre la resistencia a vencer y la posibilidad de aplicar más fuerza en el menor tiempo posible a la hora de realizar un gesto determinado.

1.5.7.- La Fuerza Dinámica Máxima.-

En el ámbito del alto rendimiento, altos valores de fuerza dinámica van a ser imprescindibles para el éxito de la mayoría de las acciones de competición y por lo tanto, deben de tener una consideración especial dentro del entrenamiento de alto nivel.

Es importante diferenciar entre fuerza máxima y fuerza dinámica máxima como elementos objetivables dentro del entrenamiento de Judo.

Las dos se obtienen cuando se produce una tensión muscular motivada por la oposición o intento de desplazamiento de una carga límite.

Cuando esta carga no es posible desplazarla, se realiza una tensión máxima en la que no existen cambios en la longitud de las fibras musculares, estamos ante una contracción isométrica (Estática), la fuerza ejercida es la fuerza máxima o fuerza isométrica máxima.

Cuando es posible desplazar la carga una vez en todo su recorrido estamos ante una contracción de tipo anisométrico o dinámico, y la fuerza ejercida es la fuerza dinámica máxima (FDM).

Cuando aplicamos una fuerza en cualquier gesto deportivo siempre se alcanza un pico máximo de fuerza, pero para ello el músculo necesita un tiempo que dependerá del tipo de contracción y de la resistencia a vencer.

Lo que interesa en el deporte, no es sólo la fuerza que se puede aplicar, sino el tiempo disponible para aplicarla, que en el caso de los gestos deportivos difícilmente se prolongan más allá de 300-350 ms y que en algunos casos no llegan a 100 ms.

La mejora del rendimiento se relaciona con la producción de una gran fuerza máxima en un periodo de tiempo corto (Verkhoshanky, 1961, 1963), esto ha sido corroborado por los estudios sobre la dinámica de los movimientos de deportistas de distinto nivel (Papyshek, 1966; Gomberzde, 1970; Semyenov, 1970; Tatyán, 1974).

En los movimientos relacionados con la superación de una resistencia externa significativa, como es el caso del Judo, la mejora del resultado se consigue sobre todo,

con el aumento de la fuerza máxima desarrollada y con cierta reducción del tiempo invertido en su producción. La rapidez de ejecución dependerá de la resistencia a vencer y de la fuerza aplicada.

En un combate de Judo se observan tanto contracciones isométricas como contracciones anisométricas. La demanda de la fuerza isométrica máxima y submáxima (con valores por encima del 85% del máximo), se observan en la musculatura del antebrazo cuando se realiza el agarre (kumi-kata) en un combate de Judo, (Taylor y col, 1989; García, 1995) y también en la musculatura paravertebral, (Jurado 1996, 1997, 1998, 1999,2001). Pero si de vital importancia es el análisis y evaluación de los valores de la fuerza isométrica máxima en Judo, más lo son los valores de la fuerza manifestada de forma dinámica.

En Judo lo que interesa es aplicar la mayor fuerza posible en un tiempo que oscila entre los 300 ms, en las acciones rápidas y por debajo de 600 ms, en las acciones lentas (Awazu, 2001, citado por Nakanishi, 2003).

En Judo, se deben buscar los valores adecuados de fuerza útil (González y Gorostiaga, 1995), para desarrollar la mayor fuerza posible con la velocidad y habilidad técnica específica necesaria para lograr el éxito.

Como afirma Barta (2002), el objetivo del entrenamiento especial es conseguir la máxima aplicación de fuerza durante el tiempo de ejecución del gesto, y realizarlo a velocidad máxima, consiguiendo la máxima potencia.

En acciones de separación- aproximación del tronco, la velocidad será de

aproximadamente $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. El tiempo para su manifestación deberá tener un rango de entre 200 y 500 ms y los valores de producción de fuerza deberían superar los $20.000 \text{ N}\cdot\text{s}^{-1}$ García (2004).

Sin embargo la capacidad de aguantar altos niveles de fuerza dinámica durante el mayor tiempo posible en un combate, depende de tener altos valores de resistencia a la fuerza dinámica. En Judo es importante su contribución, ya que la intensidad de la competición provoca estados de fatiga muscular muy altos debido al elevado acumulo de lactato, que a veces llega hasta los 18 mmol/l de sangre (Sikowski, 1992).

Taylor (1989) evaluó la resistencia a la fuerza en judocas del equipo canadiense con el ejercicio de press de banca, llegando a la conclusión de que estos deportistas disponían de una gran capacidad de resistencia a la fatiga.

1.6.- Planteamiento del problema.

El presente trabajo de investigación pretende resolver las siguientes interrogantes:

- ✍ ¿Cuál es la relación que existe entre la Potencia Máxima (PM) de las piernas antes y después de sucesivos combates de Judo?

- ✍ ¿Cuál es la relación que existe entre la Máxima Producción de Fuerza (MPF) de las piernas antes y después de sucesivos combates de Judo?

- ? ¿Cuál es la relación existente entre la Potencia Máxima (PM) de las piernas y la concentración de lactato medidas antes y después de sucesivos combates de Judo?
- ? ¿Cuál es la relación existente entre la Máxima Producción de Fuerza (MPF) de las piernas y la concentración de lactato medidas antes y después de sucesivos combates de Judo?
- ? ¿Cuál es la relación que existe entre la Potencia Máxima ((PM) de las piernas medida antes y después de sucesivos combates de Judo y el aclaramiento del ácido láctico después de cada combate?
- ? ¿Qué relación existe entre la Potencia Máxima de las piernas, el acúmulo y aclaramiento del ácido láctico y el resultado de los sucesivos combates de Judo?
- ? ¿Existe correlación entre la potencia máxima, antes y después de cada combate?
- ? ¿Existe correlación entre la máxima producción de fuerza antes y después de los combates?
- ? ¿Cómo se utilizan todas estas relaciones para la valoración del esfuerzo en el judoca después de cada combate y al final de toda la competición?.

OBJETIVOS

Los objetivos de este estudio se centran en:

- ✍ Cuantificar la evolución de la Potencia Máxima del tren inferior (squat 90°), mediante el isocontrol dinámico, a lo largo de sucesivos combates.

- ✍ Cuantificar la evolución de la Máxima producción de Fuerza del tren inferior (squat 90°), mediante el isocontrol dinámico, a lo largo de sucesivos combates.

- ✍ Relacionar la información obtenida de las medidas anteriores para poder corroborar lo postulado anteriormente y establecer conclusiones orientadas a la mejora del rendimiento en Judo.

2.7.-HIPÓTESIS.

H₀. Existe pérdida de Potencia Máxima y Máxima Producción de Fuerza de las piernas después de sucesivos combates de Judo.

H₁. No existe pérdida de Potencia Máxima y Máxima Producción de Fuerza de las piernas después de sucesivos combates de Judo



MÉTODO

CAPITULO 2

MÉTODO.

2.1.- Sujetos.-

Los participantes en el estudio fueron 11 judocas masculinos pertenecientes a la Federación Andaluza de Judo, 4 de ellos medallas nacionales Sub 23 y los 7 restantes medallas Autonómicas con 21.9 ± 3.4 años de edad de diferentes categorías de peso, con más de 8 años de práctica de Judo. Todos ellos entrenaban entre 6 y 8 horas por semana, los niveles técnicos estaban entre 1^{er} y 3^{er} Dan.

La participación de todos los integrantes de la muestra ha sido voluntaria, tras haberles sido explicado la finalidad del mismo y previa aceptación y consentimiento por escrito.

La población escogida ha seguido la formula de selección denominada *no aleatoria y opinática (o intencional)* (García, 1991). Las características de la muestra se pueden observar en la tabla 2.1 y la figura 2.1.

Los datos de la muestra se tomaron en el mes de Octubre de 2004, en la Facultad de Ciencias de Actividad Física y el Deporte, después de un mesociclo introductorio de

4 semanas de duración.

Tabla 2.1. Características de los sujetos.

Sujetos	Sexo	Edad (años)	Peso (Kg)	Talla (cm)	FCmax (lpm)	% PG
2	M	21	69,0	175,0	203	10,37
3	M	26	73,0	175,5	208	10,30
4	M	24	81,0	182,0	206	12,13
5	M	24	80,9	180,9	194	11,70
6	M	29	67,7	173,0	193	10,30
7	M	24	74,3	180,5	214	13,20
8	M	20	59,4	170,2	204	9,23
9	M	22	70,2	179,7	205	9,09
10	M	20	72,6	177,8	201	11,06
11	M	19	121,8	188,2	193	20,85
12	M	21	101,0	184,5	197	14,43
Media		22,73	79,17	178,8	201,63	12,06
DT		3,00	17,64	5,22	6,79	3,33

Sexo: M (masculino), FCmax: Frecuencia cardiaca máxima, en latidos por minuto (lpm), alcanzada en el test incremental. %PG: tanto por ciento de peso graso.

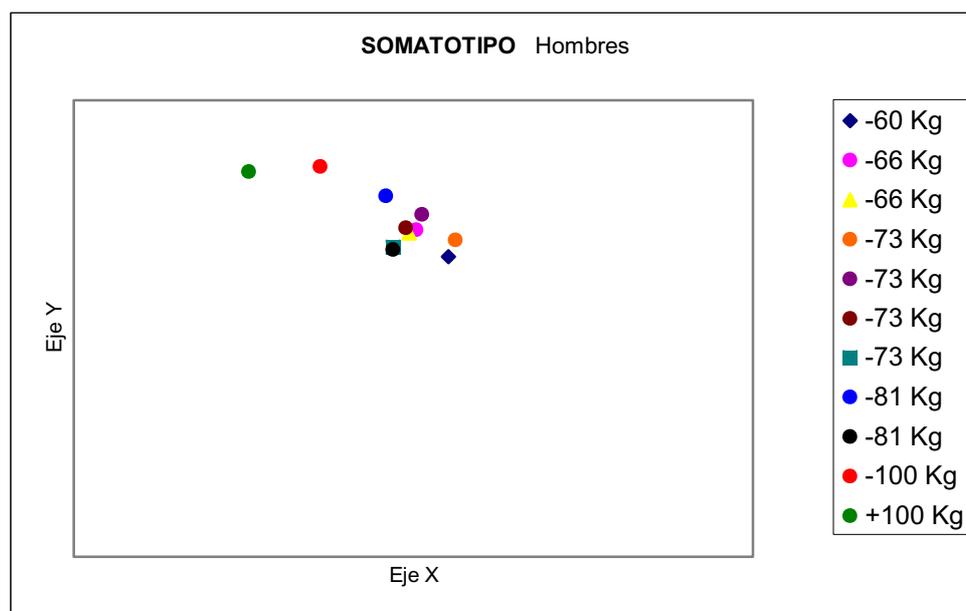


Figura 2.1. En el gráfico se observa el Somatotipo de los sujetos de la muestra

2.2 Instrumental.

Para la evaluación de potencia máxima, la máxima producción de fuerza y la velocidad se utilizó el Isocontrol 3.6 plus (JLML) I+D (Figura 2.2). El sistema está diseñado para medir las manifestaciones de la fuerza, tanto en activación isométrica como dinámica, midiendo la potencia máxima (PM) en vatios, la máxima producción de fuerza en N/s y la velocidad hasta la adquisición de la potencia máxima, en m/s.

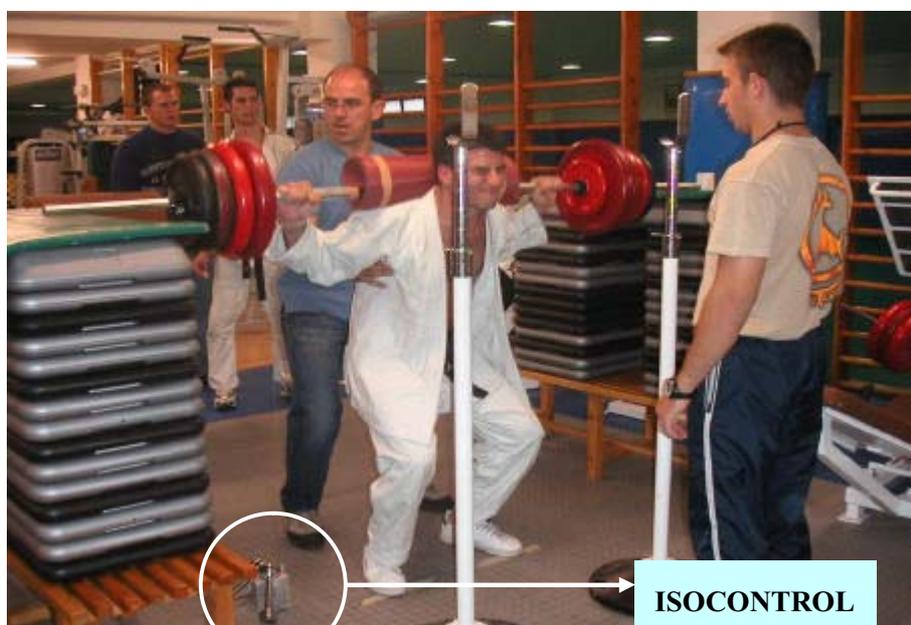


Figura 2.2. Isocontrol 3.6 plus (JLML) I+D.

Para medir la fuerza isométrica, el sistema utiliza una célula de carga tensiométrica capaz de medir hasta 5000 Newton ($N=kg \cdot m \cdot s^{-2}$), con un error máximo de 1N. El error de linealidad es de 0,002 % y de repetibilidad de 0,015 %. La deformación máxima es de 0,2 mm y la máxima tracción que puede soportar es de 1800 kg.

Este dispositivo esta conectado a una caja externa que a su vez se conecta a un ordenador por puerto de serie RS2 y USB. El dispositivo electrónico tiene un rango de velocidad de muestreo de 1000 Hz. El sistema nos ofrece un canal de alta resolución (24 bits) a la velocidad antes citada.

Para la medición de la fuerza dinámica, el sistema dispone de un encoder, con un rango de medida dependiendo del mismo que oscila entre 125 centímetros y los 30 metros. La resolución de ambos es de 0,1 mm. La resistencia a la tracción es de 2,4 N y la aceleración máxima que nos permite medir es de 150 m/s^2 .

El software esta programado bajo el entorno científico matemático LABVIEW. Este sistema ha pasado todos los controles de validez y fiabilidad llevados a cabo por el I.N.T.A. (Instituto Nacional de Tecnología Aplicadas. Torrejón de Ardoz, Madrid)

Valoración de la lactacidemia [LA].

La unidad de medida es estándar mmol/l de sangre. El test de lactato se realizó después de un test incremental máximo en tapiz rodante (Power JogEG30, Estados Unidos), y antes y después de los combates.

La recogida de las muestras de lactato se realizó tras un test incremental en el laboratorio de valoración funcional de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte y durante la competición celebrada en las instalaciones de la A.D. Budo Granada.

Para el análisis de las tomas se utilizó el sistema del Dr. Lange Miniphotometer LP20 (Figura 2.3). Los reactivos de lactato fueron LK140 Dr. Lange con filtro de 520 mm. Los colaboradores fueron un médico y un ATS del Centro de Alto Rendimiento de Sierra Nevada (Granada), que recogieron y clasificaron las muestras de sangre, para su posterior análisis.



Figura 2.3. Dr. Lange Miniphotometer LP20.

Valoración de la frecuencia cardiaca (FC).

El estudio constó de dos partes: test incremental en laboratorio y competición. En ambas partes los sujetos fueron monitorizados con pulsómetros Polar Sport Tester S610 (Figura 2.4), con capacidad de registro de la frecuencia cardiaca cada 5 segundos, que vertían su información mediante la consola de transferencia de datos (interface) a un ordenador personal (ACER TravelMater 40001LMi), y el software

pertinente (Polar Precisión Performance 3.0), para allí poder ser analizados con mayor precisión, todos ellos con registro codificado de la FC en ppm- para evitar interferencia entre ellos en el caso de los combates.



Figura 2.4. Monitorización con pulsometro Polar Sport Tester S610.

Valoración de la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE).

Para la valoración de la percepción subjetiva del esfuerzo se utilizó la escala de Borg de 6-20 (Figura 2.5).

Durante el test incremental en laboratorio, el judoca indicaba un valor de RPE en la escala y se anotaba en la planilla cada vez que se incrementaba 1 km/h la velocidad de la cinta.

Durante la competición, inmediatamente después de terminar los combates, indicaban un valor de RPE en la planilla que le presentaba un colaborador al borde del tatami.

RPE (Percepción Subjetiva de Esfuerzo) Borg	
Después de cada combate, señala el nivel de esfuerzo que te ha supuesto, marcando el número que creas que mejor describe el esfuerzo que has realizado durante el mismo.	
6	
7	Muy, muy ligero
8	
9	Muy ligero
10	
11	Ligero
12	
13	Algo duro
14	
15	Duro
16	
17	Muy duro
18	
19	Muy, muy duro
20	

Figura 2.5. Escala de la Percepción Subjetiva del Esfuerzo (RPE), Borg (1998).

Valoración de la estructura temporal del combate.

Se grabaron todos los combates con una cámara de video digital SONY DCR-TRV140E, que estaba sincronizada con el cronómetro del pulsómetro, lo que nos permitía conocer el tiempo total de combate (TT), que es la suma del tiempo real de combate (TTR), y del tiempo de pausa (TPA). Además nos permitía conocer el tiempo

por cada secuencia de pausa ($T^{\circ}SPA$), en cada UTE y en el total de los combates y el tiempo por cada secuencia de trabajo ($T^{\circ}STR$), en cada UTE y en el total de los combates.

2.3.- Variables

2.3.1. Variables independientes:

VI₁: Cuatro combates de Judo realizados sucesivamente, con 15 minutos de descanso entre cada uno.

2.3.2. Variables dependientes:

VD₁: Potencia Máxima de las piernas.

VD₂: Máxima Producción de Fuerza de las piernas

2.4.-Diseño.

El diseño que llevamos a cabo en este estudio de investigación, fue un diseño intra-grupo, al tener un solo nivel en la variable independiente y querer determinar el efecto de la variable independiente sobre las variables dependientes.

2.5.-Procedimiento.

La presente investigación se enmarca dentro de una serie de estudios que se vienen realizando en la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de Granada, sobre los requerimientos de fuerza en judocas, y su relación con determinados

indicadores de la fatiga.

La evaluación comprende un total de 3 pruebas. Tanto los requerimientos temporales de cada prueba (sólo se permite la evaluación de dos sujetos por día, excepto la prueba en tapiz rodante que se realizará a seis sujetos el mismo día), como los requisitos metodológicos preestablecidos (separación de tres, siete días entre las diferentes pruebas), justifican que la evaluación conste de 15 sesiones.

La toma de datos se realizó durante el mes de Octubre del año 2004. El calendario de recogida de datos ya ha sido mostrado al principio de este capítulo.

2.5.1.- Test de laboratorio.

Test incremental en el laboratorio, para la recogida de datos de la concentración máxima de ácido láctico [LA], el aclaramiento de ácido láctico, la frecuencia cardiaca máxima, la frecuencia cardiaca en el umbral anaeróbico y la RPE.

Inicialmente, tras un examen médico, se midió y pesó a los sujetos, anotándose los valores en una planilla de control, posteriormente se les sometió a un test incremental máximo en tapiz rodante, (Power JogEG30, Estados Unidos), con incrementos de 1 km/h cada minuto.

Durante el test la FC (Polar Sport Tester S610) y la RPE fue controlada. Diez segundos antes del final de cada palier, se le preguntaba al sujeto, sobre su percepción subjetiva del esfuerzo (RPE overall), para lo que se le mostraba la escala 6-20 RPE de

ratio y categorías (Borg, 1998 y 2001), donde el sujeto señalaba un valor, que se anotaba en una planilla, a continuación se anotaba el valor medio representativo de la FC del palier.

Con el fin de averiguar la acumulación y aclaramiento de ácido láctico, una vez acabado el test, se toman 10 microlitros de muestra de sangre del pulpejo del dedo anular, en los minutos 1,3,5,7,10 y 14. Dichas muestras fueron analizadas en microfotómetro Dr. Lange a una longitud de onda de 520 nm (nanómetro). La sangre se recoge en un capilar no heparinizado y es depositada de forma inmediata en una solución buffer donde es hemolizada. Posteriormente se mezcla con el reactivo contenido en el tapón y se analiza por microfotometria.

Los datos fueron recogidos por personal cualificado del C.A.R. de Sierra Nevada (Granada), y de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Granada.

Protocolo de recogida de datos para la evaluación de la Potencia Máxima (PM), la Máxima Producción de Fuerza (MPF) y la velocidad gestual (v) en laboratorio.

A las 72 horas del test de laboratorio, realizarán un test de fuerza del tren inferior para evaluar la Potencia Máxima (PM) de las piernas, la Máxima Producción de Fuerza (MPF) de las piernas y la velocidad gestual (v), se utilizo el sistema Isocontrol dinámico (JLML I+D, 1996), con software I.D. 3.6 (2002).

El ejercicio escogido para la realización del test será el squat hasta 90°, que nos permitirá ofrecer valores altamente significativos con relación a las máximas

posibilidades neuromusculares de los deportistas evaluados.

El sistema se montó con un encoder de 200 cm y 2 N de resistencia del isocontrol 3.6.plus (JLML I?D, 1996) en la vertical del plano del desplazamiento de la barra, los discos de carga utilizados, serán previamente calibrados mediante una célula tensiométrica suspendida, considerándose válidos aquellos pesos que no tenían una desviación mayor a 0,5%. Previamente, con una barra sobre los hombros se le medirá con un goniómetro un ángulo de 90°, midiéndole altura vertical desde la barra al suelo para posteriormente colocarle unos topes que indicara al sujeto cuando había alcanzado los 90°.

El protocolo realizado para la obtención del valor de la PM, la MPF y la velocidad gestual, fue el siguiente:

Se seleccionó a los judocas de dos en dos con características de fuerza similares, para la realización del test de manera simultanea. La primera carga que el deportista debe vencer es de 200 g con el objetivo de obtener la máxima velocidad de ejecución. Las cargas deberán ser superadas sólo de forma concéntrica, sin ayuda de contramovimiento, para ello se ajustara en el sistema Isocontrol un dispositivo que temporizará cada una de las repeticiones, en el intento de evitar dicha acción.

Las cargas irán aumentando de 5, 10 o 20 kg dependiendo de la 1RM de cada deportista. Así si el judoca mueve la carga a una velocidad mayor de 0,3 m/s y realizará 2 repeticiones. Cuando la velocidad de ejecución desciende de 0,3 m/s, se le dice al judoca que realice solo una repetición, ya que la velocidad normal en la ejecución de la

1RM en deportistas experimentados suele ser de 0,12 a 0,18 m/s, de esta forma evitamos una fatiga innecesaria que podría alterar el resultado del test. El descanso entre series será de entre 3 y 5 minutos, el descanso será mayor conforme nos acercamos al valor de la 1RM.

Otra característica importante en el correcto desarrollo del test es el de la velocidad de ejecución de cada intento, que deberá ser siempre la máxima posible.

Por último, aquellas repeticiones donde exista contramovimiento, serán eliminadas por incorrectas. De haberlo habido, al inicio de la curva de fuerza tendría un leve descenso, que en este caso no se aprecia. (Figura 2.6).

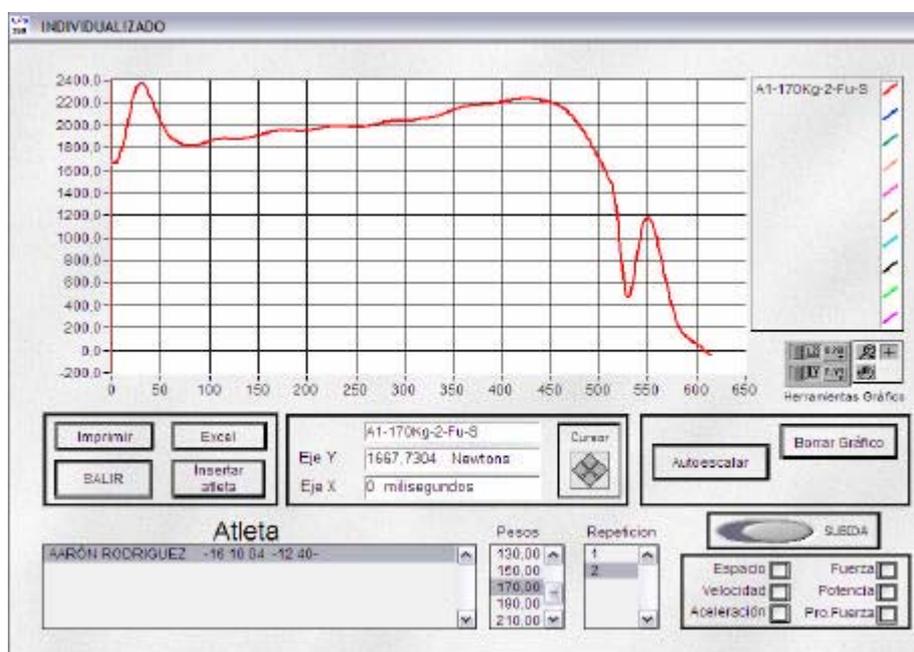


Figura 2.6. Acción sin contramovimiento.

También es posible saber si ha existido contramovimiento, analizando la curva del espacio recorrido (Figura 2.7). Si presenta un descenso en la primera fase de la

curva, se entendería que ha existido contramovimiento y los datos de fuerza, potencia, producción de fuerza y demás relacionados con estos habría que desecharlos.

En la tabla 2.2 se observa el panel de datos pormenorizados que muestra el software del Isocontrol 3.6.plus, en el que se pueden identificar fácilmente los valores más altos de cada una de las manifestaciones de fuerza solicitadas, relacionadas con otras variables del estudio. Este panel se denomina “*Tabla de máximos*”

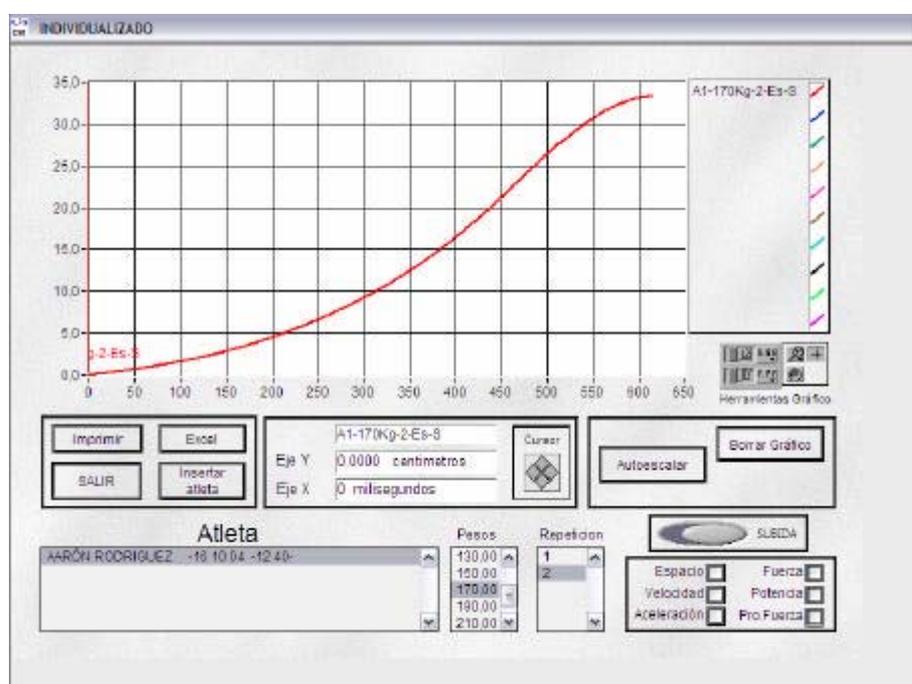


Figura 2.7 Representación del espacio recorrido por la barra en la realización del ejercicio squat 90°.

En la tabla 2.2 se puede observar el valor de la Máxima Producción de Fuerza que corresponde a $46597,94 \text{ N s}^{-1}$, adquirido con un peso de 120 kg en la 2 repetición de la serie, cuando la fuerza que se estaba manifestando en ese momento era de 1544,77 N y cuando apenas había habido desplazamiento de la carga (0,28 cm), en un tiempo donde solo las fibras de tipo IIB podrían estar activadas (16 ms). Toda esta información

ha sido empleada para evaluar a cada uno de los deportistas testados.

Tabla Maximos

Alfonso MESA AMEZCUA -28 09 04 -14 02-

ALFONSO MESA AMEZCUA -28 09 04 -14 02-

Tabla Velocidad Maxima

Peso (kg)	20,00	40,00	50,00	80,00	100,00	120,00	140,00	160,00		
Repetición	2,00	2,00	2,00	3,00	2,00	1,00	2,00	1,00		
Velocidad Max(m/s)	1,45	1,84	1,39	1,44	1,24	1,23	1,04	0,85		
Tiempo (ms)	219,00	292,00	279,00	307,00	491,00	480,00	524,00	814,00		
Fuerza (N)	257,76	523,77	720,98	992,35	1165,14	1390,37	1540,49	1731,62		
Potencia (W)	375,44	657,55	978,80	1425,81	1442,48	1703,35	1608,37	1480,22		
Espacio (cm)	19,87	23,11	20,55	23,32	24,78	26,15	23,07	20,22		

Tabla Maxima Produccion de Fuerza

Peso (kg)	20,00	40,00	50,00	80,00	100,00	120,00	140,00	160,00		
Repetición	2,00	2,00	2,00	3,00	1,00	2,00	1,00	2,00		
Max Pr Fuerza(N/s)	7943,51	6689,24	18471,48	18888,32	38200,87	46597,84	21159,52	27648,88		
Tiempo (ms)	15,00	16,00	15,00	17,00	15,00	16,00	16,00	16,00		
Espacio (cm)	0,24	0,11	0,19	0,17	0,24	0,28	0,11	0,13		
Fuerza (N)	255,15	446,86	722,95	945,00	1202,19	1544,77	1528,75	1771,03		
% Fuerza (%)	63,99	61,53	71,70	71,46	77,99	79,60	79,92	87,25		
Velocidad (m/s)	0,09	0,04	0,07	0,09	0,09	0,10	0,03	0,03		
Potencia (W)	24,32	18,87	51,91	58,28	114,25	148,22	43,90	57,73		

Visualizar

Tabla Potencia Maxima

Tabla Fuerza Maxima

Tabla Maxima Produccion de Fuerza

Tabla velocidad Maxima

Tabla 2.2. Tabla de máximos.

Para la obtención de los datos de la Potencia Máxima (PM) y la velocidad (v) con la que se alcanza dicha potencia, se utilizó también dicho test. Para la obtención de los datos, utilizamos el panel denominado “Tabla de Máximos”, allí nos fuimos a los valores de potencia máxima y la velocidad con que se adquiere esa potencia máxima.

En la tabla 2.3 se puede observar que el valor de la potencia máxima (PM), corresponde a 1976,96 W con un peso de 120 kg en la primera repetición de la serie, con una velocidad de 1,16 m/s. El tiempo hasta la adquisición de la PM en Squat 90° es 448 ms.

Igual que para la MPF se analiza la curva de la potencia por si ha existido contramovimiento, de haberlo habido, al inicio de la curva de fuerza tendría un leve

descenso, que en este caso no se aprecia. (Figura 2.8).

Tabla Maximos

Atletas

ALFONSO MESA AMEZCUA -28 09 04 -14 02-
ALFONSO MESA AMEZCUA -28 09 04 -14 02-

SALIR Excel Borrar Datos
Insertar atleta Imprimir Pegar Datos

Tabla Fuerza Maxima

Peso (Kg)	20,00	40,00	60,00	80,00	100,00	120,00	140,00	160,00		
Repeticion	2,00	2,00	2,00	3,00	1,00	2,00	2,00	1,00		
Fuerza Max (N)	400,30	725,02	1000,30	1322,98	1616,41	1935,85	1923,83	2072,71		
Tiempo (ms)	82,00	223,00	210,00	247,00	30,00	30,00	435,00	735,00		
Pi Fuerza P Max (N/s)	2218,38	1491,55	1898,51	2178,83	2124,615	25287,1	1252,43	683,57		
Espacio (cm)	4,10	13,75	11,55	14,94	0,55	0,55	14,33	13,77		
Velocidad (m/s)	0,74	1,33	1,05	1,19	0,16	0,16	0,60	0,69		
Potencia (W)	295,26	964,26	1071,83	1568,18	291,03	340,55	1539,71	1424,05		

Tabla Potencia Maxima

Peso (Kg)	20,00	40,00	60,00	80,00	100,00	120,00	140,00	160,00		
Repeticion	1,00	2,00	2,00	3,00	2,00	1,00	2,00	1,00		
Potencia Max (W)	434,98	1050,58	1225,92	1698,50	1629,82	1976,90	1820,37	1524,74		
Tiempo (ms)	274,00	252,00	247,00	275,00	458,00	448,00	482,00	785,00		
Fuerza (N)	329,32	692,93	854,37	1294,30	1380,02	1638,47	1820,57	1975,22		
Espacio (cm)	15,39	18,20	16,21	18,87	20,70	22,23	10,73	17,75		
Velocidad (m/s)	1,32	1,54	1,29	1,35	1,17	1,16	1,00	0,82		

SUBIDA

Visualizar

Tabla Potencia Maxima
Tabla Fuerza Maxima

Tabla Maxima Produccion de Fuerza
Tabla Velocidad Maxima

Tabla 2.3. Lugar donde se observa el valor de potencia máxima, tiempo y la velocidad con que se realiza el ejercicio se Squat 90°, en el test de laboratorio.

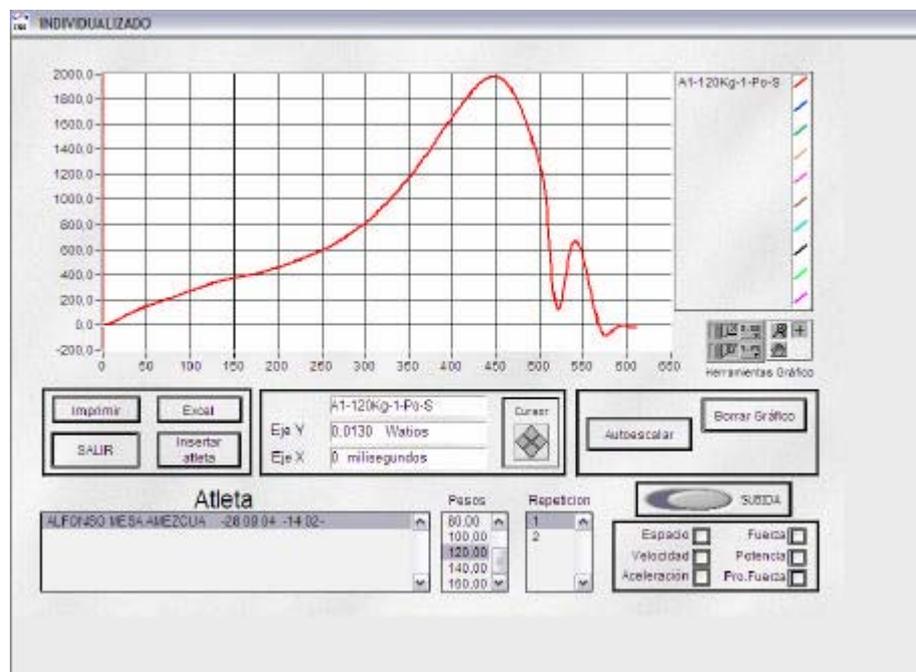


Figura 2.8. Curva de potencia máxima en el test de laboratorio con un valor de 1976,96 W conseguida con una carga de 120 kg en la primera repetición de la serie.

De la misma forma es posible saber si ha existido contramovimiento, analizando la curva del espacio recorrido (Figura 2.9). Se observa que no ha existido un descenso en la primera fase de la curva, luego no ha existido contramovimiento.

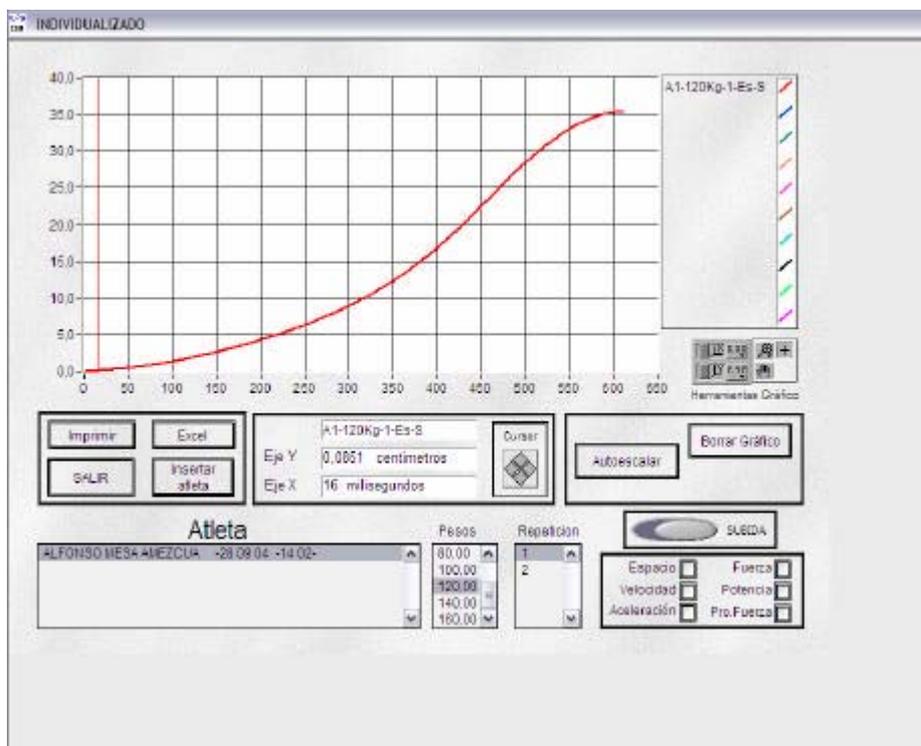


Figura 2.9. Curva de espacio recorrido asociada a la curva de PM de arriba. Como se observa no existe contramovimiento.

3.5.2.-Test de campo.-

Durante el mes de Octubre de 2004, 72 horas más tarde de haber realizado el test incremental en laboratorio, se procedió a la recogida de datos durante una competición de Judo, celebrada en las instalaciones de la A. D. Budo Granada.

Dicha competición fue controlada por árbitros y cronometradores de la

Federación Andaluza de Judo y D.A.

La duración de los combates era de 5 minutos de tiempo real. Con el fin de que todos los combates llegaran al final de tiempo establecido por el reglamento, se procedió a adaptar la norma del reglamento oficial donde se especifica que “*un combate acabará con la consecución de un ippon*” (Art. 19 del reglamento de arbitraje de la I.J.F.), de manera que en el caso de nuestro estudio la victoria se conseguía al final del tiempo reglamentario (5 minutos de tiempo real), por la suma de todos los puntos conseguidos, (koka = 3 puntos; yuko = 5 puntos; waza-ari = 7 puntos; ippon = 10 puntos y shido, con su equivalencia a koka).

Todos los combates se desarrollaron en horario de mañana (10:00-14:00 horas) y la temperatura de la sala osciló entre 14 y 20° C.

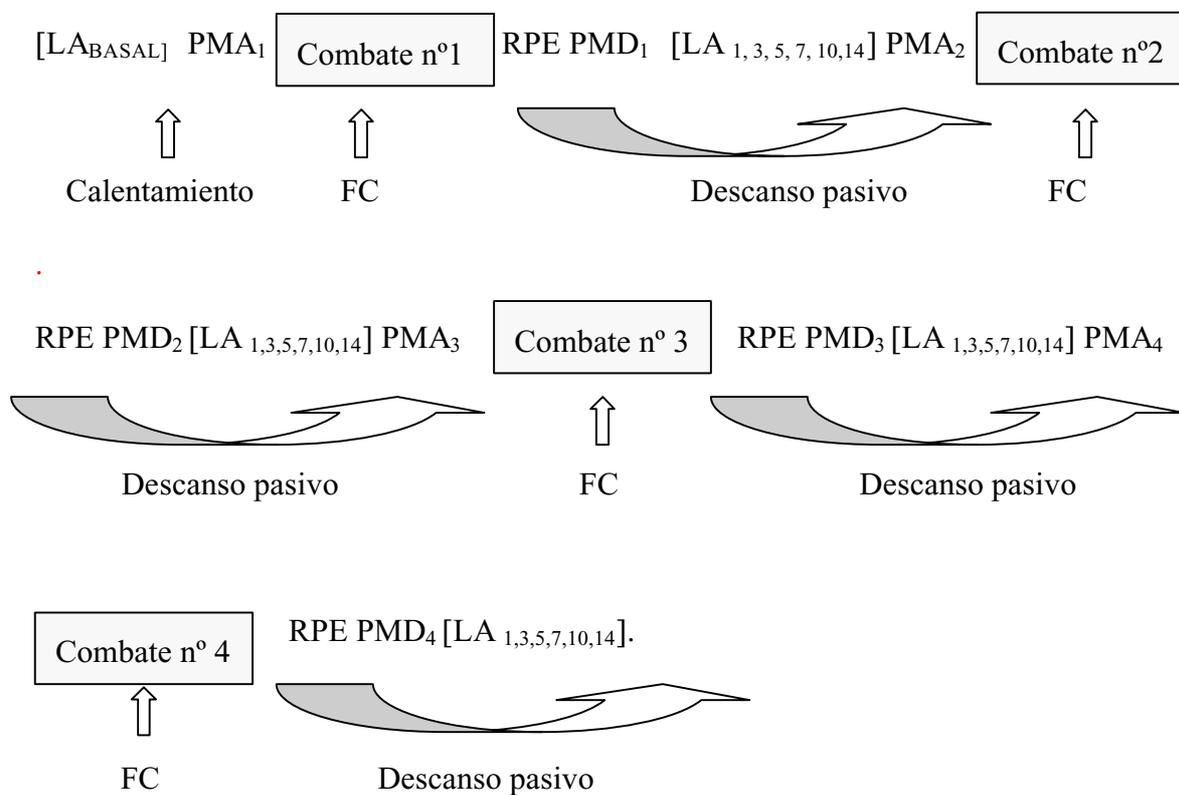
Cada sujeto realizó 4 combates, de 5 minutos de tiempo real, con un descanso pasivo entre combates de 15 minutos.

Para crear un entorno competitivo exigente, se distribuye a los sujetos por parejas del mismo peso y similar situación en el ranking de la Federación Andaluza de Judo y D. A. Así los judocas que tienen nivel nacional (medallas en los Campeonatos de España) competirán entre ellos, y los que tienen nivel autonómico (medallas en campeonato de Andalucía), lo harán entre sí, además, se les daba un incentivo económico por combate ganado.

Después de pesarse, realizaron un calentamiento estandarizado para todos los sujetos de 30 minutos de duración.

DISEÑO DEL ESTUDIO.

El diseño del estudio fue el siguiente:



✍ Protocolo de recogida de datos para la obtención del valor de la producción y aclaramiento láctico después de los combates.

Los sujetos llegaron a la instalación a las 9:00 h después de pesarse, se obtuvo una muestra de sangre, con los sujetos sentados y en reposo, mediante una lanceta se le produjo una pequeña incisión en la cara interna del dedo anular de la mano izquierda, para calcular la concentración basal de lactato ($[La]_{\text{basal}}$). A continuación realizó un calentamiento de 30 minutos.

En los minutos 1, 3, 5, 7, 10 y 14, después de los combates, se toman 10 microlitros de muestra de sangre venosa del pulpejo del dedo anular, con el sujeto en reposo.

Posteriormente las muestras fueron congeladas a -27° C, para su análisis se utilizó el sistema del Dr. Lange utilizando un medio enzimático. Los datos son presentados en mmol/l.

✍ Protocolo de recogida de datos de la frecuencia cardiaca (FC) durante los combates.

Antes de los combates se monitorizó la FC de todos los sujetos, con un pulsómetro (Polar Sport Tester 4000), con capacidad de registro de la FC cada 5 segundos. Al inicio de cada uno de los combates y al borde del tatami, un colaborador ponía en marcha el pulsómetro y al finalizar el combate lo paraba.

El reglamento de la FIJ sanciona al competidor que lleve un objeto duro o metálico. Para evitar esta sanción, se solicitó a la comisión de arbitraje el permiso oportuno para que los sujetos pudieran competir con el pulsómetro, tomando las medidas oportunas de seguridad. Para ello, la banda del pulsómetro colocada en el pecho del sujeto se cubrió con tela autoadhesiva (Oper fix, Barcelona) y el reloj atado al pantalón del judogui, a la altura de la espina iliaca antero-superior, se cubrió con el mismo material.

Los registros de los pulsómetros de la competición se exportaron a un ordenador personal (Acer TravelMate 4000), mediante un interface (Polar SF-90 440 Finland) y el software pertinente (Polar Precisión Performance 3.0).

El análisis de la FC se llevo a cabo conjuntamente con el visionado de todos los combates, distinguiéndose los registro de la fase de trabajo y de la fase de detención temporal o tiempo de descanso (entendiéndose como fase de trabajo, el periodo en el que los competidores están luchando y fase de detención temporal el periodo en el que no luchan).

Protocolo y recogida de datos para el conocimiento de la estructura temporal de los combates.

Con el fin de estudiar la estructura temporal, todos los combates fueron grabados con una cámara de video digital JVC GR-DVL150E, sincronizada con el cronómetro del pulsómetro. Se filmaba el visor del pulsometro cada vez que se ponía en marcha, al inicio de cada combate y cada vez que se paraba al final de este.

El tiempo real de los combates (TTR), tanto en cada minuto (UTE) como en el total del combate, fue controlado y dirigido por cronometradores oficiales, a través de marcadores electrónicos.

Mediante el visionado de los videos pudimos analizar las siguientes variables de la estructura temporal de los combates:

-
- ✍ N° P: Numero de pausa por minuto (UTE), y en el total de los combates.

 - ✍ TPA: Tiempo total de pausa en cada minuto (UTE) y en el total de los combates.

 - ✍ TTR: Tiempo total de trabajo en cada minuto (UTE) y en el total de los combates.

 - ✍ T°SPA: Tiempo por cada secuencia de pausa en cada minuto (UTE) y en el total de los combates.

 - ✍ T°STR: Tiempo por cada secuencia de trabajo en cada minuto (UTE) y en el total de los combates.

 - ✍ El tiempo total (TT) de los combates.

Protocolo y recogida de datos de la RPE después de los combates.

Días previos a la competición, los sujetos fueron instruidos en el uso de la escala de RPE, (6-20), para evitar errores en la medida, se siguieron los siguientes puntos (Noble y Robertson, 1996; Borg, 1998; Borg, 2001; Swank y col, 2003):

1. Definir que es RPE. Método que sirve para determinar la intensidad individual de esfuerzo, estrés, dolor o incomodidad que se siente durante el ejercicio.

2. Se le enseña al sujeto a atender sus sensaciones globales y no centrarse únicamente en su respiración o en sus molestias en brazos o piernas, la RPE overall (general).

3. Se le insiste que no existen respuestas correctas o incorrectas, simplemente la

decisión tras una percepción, hay que asumir que se trata de representar una idea en forma de número y de expresión verbal.

4. Hay que atender a las preguntas de los sujetos y atender a sus dudas.

5. Afianzar el rango perceptivo. Para que el sujeto comprenda el rango establecido en la escala, realizaron unos ejercicios de Judo a diferentes intensidades y duración (uchikomis, nagekomis y randoris), tras los cuales el sujeto asignaba un valor en la escala. Posteriormente, días antes de los combates, se realizó un test incremental máximo en tapiz rodante, donde se estimó el valor máximo de la escala, ya que las instrucciones que se le dieron a los sujetos es que el test debería ser hasta el agotamiento.

Al finalizar los combates, cada sujeto fue preguntado por un observador al borde del tatami, sobre un valor integrado de RPE (RPE total), para lo que les mostraba la escala de RPE y este señalaba en ella un valor numérico, asociado a una expresión verbal. Este valor era anotado en una planilla de observación.

Protocolo de recogida de datos para la evaluación de la Potencia Máxima (PM), la Máxima Producción de Fuerza (MPF) y la velocidad gestual (v), después de los combates.

A 4 metros de la zona de seguridad del tatami se montaron unos soportes de barras olímpicas y unas plataformas con la altura a la que tenía que bajar la barra cada judoca para alcanzar los 90° de flexión.

Inmediatamente antes y después de los combates, los judocas realizaban el ejercicio de Squat 90° con el % de 1RM con la que se había conseguido, en el test de laboratorio, la potencia máxima de las piernas, con la barra sobre los hombros, realizaban una flexión de piernas hasta que la barra llegara a las plataformas, manteniendo esta posición durante un segundo de forma isométrica, sin apoyar la barra sobre ellas para evitar el contramovimiento, y de esta forma realizar el movimiento solo de forma concéntrica, después realizaban la extensión de piernas a la mayor velocidad posible.

Para la obtención de los datos de la Potencia Máxima (PM), la velocidad (v) con la que se alcanza dicha potencia, y la Máxima Producción de Fuerza (MPF), nos fuimos al panel denominado “*Tabla de Máximos*” en el que se puede identificar los valores de la MPF, de PM y de la velocidad asociada a esa PM.

A los valores de potencia máxima antes de los combates, les denominamos PMA₁, PMA₂, PMA₃ y PMA₄. A la potencia máxima después de los combates le denominamos PMD₁, PMD₂, PMD₃ y PMD₄. Los valores de PM antes y después de los combates tienen asociado sus valores correspondientes de velocidad.

A los valores de Máxima Producción de Fuerza antes de los combates, le denominamos MPFA₁, MPFA₂, MPFA₃ y MPFA₄. A la Máxima Producción de Fuerza después de los combates, les denominamos MPFD₁, MPFD₂, MPFD₃ y MPFD₄.

2.6.-Análisis estadístico.

El análisis de medidas repetidas de varianza y el análisis sencillo de varianza se realizaron para comparar la concentración de lactato, la fuerza explosiva máxima y la curva de aclaramiento láctico. Las correlaciones de Pearson y/o Spearman se llevaron a cabo para estudiar las relaciones entre las variables. Los datos se presentan con una $p < 0.05$.



RESULTADOS

CAPITULO 3



3.1.- Potencia máxima.

Los resultados descriptivos del grupo, muestran la media y la desviación típica con un intervalo de confianza del 95%, de la Potencia Máxima Antes (PMA) y de la Potencia Máxima Después (PMD) de los combates (tabla 3.1 y figura 3.1).

Tabla 3.1. Medias y desviaciones típicas de las Potencia Máxima antes y después los combates.

	Media	Desv. Típ.	Intervalo de confianza al 95%	
			Limite Inferior	Limite superior
PMA1	1969,70	439,18	1674,65	2264,74
PMA2	1993,79	342,43	1763,74	2223,83
PMA3	1917,94	345,95	1685,53	2150,36
PMA4	1917,80	275,92	1732,43	2103,17
PMD1	1976,58	366,08	1730,64	2222,52
PMD2	1821,19	453,39	1516,60	2125,78
PMD3	1919,85	357,59	1679,62	2160,09
PMD4	2013,04	453,95	1708,07	2318,00

PMA: Potencia máxima antes de los combates, conseguida con el ejercicio squat 90°

PMD: Potencia máxima después de los combates, conseguida con el ejercicio squat 90°

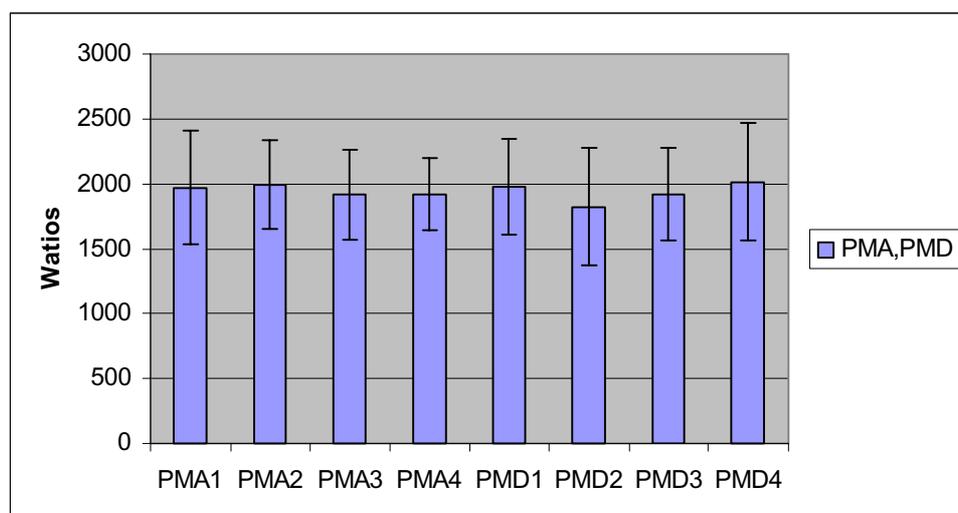


Figura 3.1. En la figura se representa la media y la desviación típica de la Potencia Máxima desarrollada antes (PMA) y después (PMD), de los combates, mediante el ejercicio de Squat 90°.

La prueba de efectos intrasujetos, nos muestra que no existen diferencias significativas en la potencia de los judocas entre los cuatro combates ($P=0,426$), y además, no existe diferencia significativa entre la potencia antes y después, tanto en general ($P=0,673$), como en cada combate ($P=0,189$) (tabla 3.2).

Tabla 3.2. Prueba de efectos intra-sujetos asumida la esfericidad (Prueba de esfericidad de Mauchly, no significativa).

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Factor2	6463,323	1	6463,323	,189	,673
Factor1	71287,836	3	23762,612	,957	,426
Factor1 * Factor2	207543,030	3	69181,010	1,695	,189

Factor 2: Momento de la medida (antes y después).

Factor1: Número de combate (4 niveles).

3.1.1.- Análisis de las Correlaciones de la Potencia.-

Existe una buena correlación entre la potencia antes y después de cada combate, (los niveles de significación en la tabla 3.3).

Tabla 3.3. Correlación de la Potencia Máxima Antes y Potencia Máxima Después de los combates del tren inferior medida mediante el ejercicio de Squat 90°.

		PMA1	PMA2	PMA3	PMA4	PMD1	PMD2	PMD3	PMD4
PMA1	Correlación de Pearson	1	,929(**)	,814(**)	,770(**)	,812(**)	,730(*)	,883(**)	,934(**)
	Sig.(bilateral)		,000	,002	,006	,002	,011	,000	,000
PMA2	Correlación de Pearson	,929(**)	1	,782(**)	,805(**)	,812(**)	,603(*)	,903(**)	,891(**)
	Sig.(bilateral)	,000		,004	,003	,002	,050	,000	,000
PMA3	Correlación de Pearson	,814(**)	,782(**)	1	,799(**)	,794(**)	,789(**)	,786(**)	,891(**)
	Sig.(bilateral)	,002	,004		,003	,004	,004	,004	,000
PMA4	Correlación de Pearson	,770(**)	,805(**)	,799(**)	1	,652(*)	,639(*)	,653(*)	,893(**)
	Sig.(bilateral)	,006	,003	,003		,030	,034	,029	,000
PMD1	Correlación de Pearson	,812(**)	,812(**)	,794(**)	,652(*)	1	,692(*)	,796(**)	,843(**)
	Sig.(bilateral)	,002	,002	,004	,030		,018	,003	,001
PMD2	Correlación de Pearson	,730(*)	,603(*)	,789(**)	,639(*)	,692(*)	1	,656(*)	,846(**)
	Sig.(bilateral)	,011	,050	,004	,034	,018		,028	,001
PMD3	Correlación de Pearson	,883(**)	,903(**)	,786(**)	,653(*)	,796(**)	,656(*)	1	,827(**)
	Sig.(bilateral)	,000	,000	,004	,029	,003	,028		,002
PMD4	Correlación de Pearson	,934(**)	,891(**)	,891(**)	,893(**)	,843(**)	,846(**)	,827(**)	1
	Sig.(bilateral)	,000	,000	,000	,000	,001	,001	,002	

PMA: potencia máxima antes de los combates. PMD: potencia máxima después de los combates. ** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

No existe correlación entre la PMD de los combates con la máxima concentración de lactato después de los combates (tabla 3.4).

Tabla 3.4. Correlación entre la potencia máxima después de los combates y la concentración máxima de lactato después de los combates.

	CORRELACIÓN DE PEARSON	SIG (BILATERAL)
PMD₁ – C₁ LA₁	-,515	,105
PMD₂ – C₂ LA₂	,035	,923
PMD₃ – C₃ LA₃	-,312	,350
PMD₄ – C₄ LA₄	-,468	146

PMD: potencia máxima después de los combates.

C_nLA_n: concentración máxima de lactato después de los combates.

3.2.-Máxima producción de fuerza.

Tabla 3.5. Media y desviación de la máxima producción de fuerza (MPF), antes y después de los combates, para un intervalo de confianza del 95%.

	Media	Desv. típ.	Intervalo de Confianza al 95%	
			Limite inferior	Limite superior
MPFA1	36598,98	21375,52	24362,59	48835,37
MPFD1	38059,61	23806,51	20989,54	55129,68
MPFA2	34173,45	16049,50	24473,41	43873,48
MPFD2	38968,53	26534,75	20294,44	57642,62
MPFA3	32916,53	13866,67	23294,35	42538,70
MPFD3	45037,57	21446,07	29724,18	60350,96
MPFA4	31923,64	10079,31	25628,37	38218,920
MPFD4	37041,79	20300,92	22502,18	51581,40

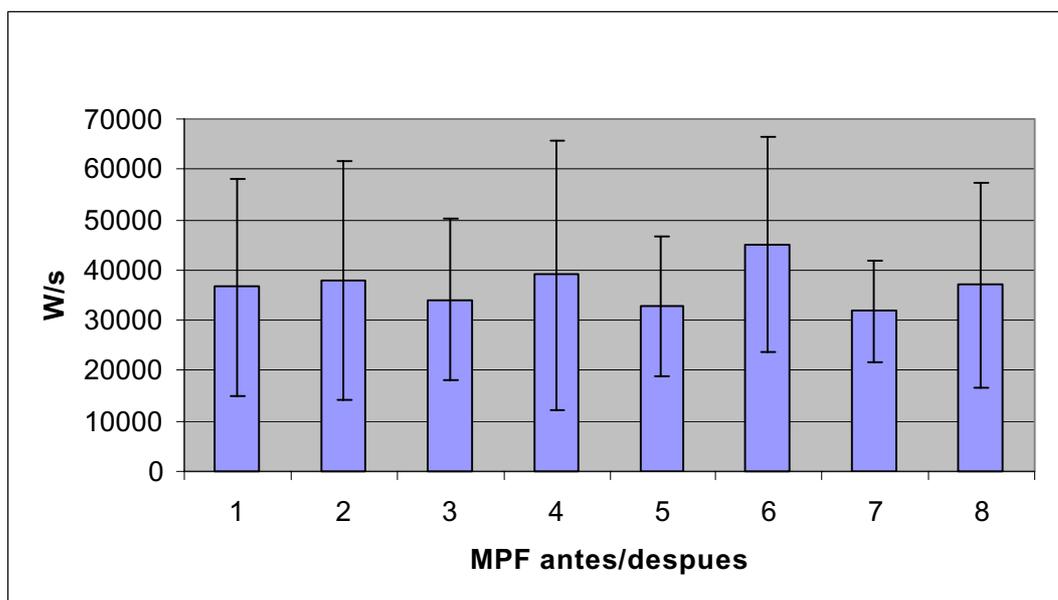


Figura 3.2. En la figura se muestra la media y desviación típica de la máxima producción de fuerza antes y después de los combates.

Los resultados descriptivos del grupo se muestran en la tabla 3.5 y en la figura 3.2. Tras el análisis de los resultados de los datos, se observa que la máxima producción de fuerza después de los combates (MPFD) es siempre mayor que la máxima producción de fuerza antes de los combates (MPFA). Además existe una gran variabilidad en la desviación estándar (entre 26534,75 y 10079,31 N/s).

Tabla 3.6. Prueba de efectos intra-sujetos. Asumida la esfericidad (Prueba de esfericidad de Mauchly no significativa).

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Factor 1	229581831,24	3	76527277,08	,233	,872
Factor 2	759014315,74	1	75901435,74	1,901	,198
Factor 1	331313262,88	3	110437754,29	,435	,730
*Factor 2					

Factor 1: Número de combate (4 niveles). Factor 2: Momento de la medida (antes y después). Alfa = ,05.

La prueba de efectos intrasujetos nos muestra que no existen diferencias

significativas en la MPF de los judocas, entre los cuatro combates ($P=0,872$) y además, no existe diferencia significativa, entre la MPF antes y después, tanto en general ($p=0,198$), como a lo largo de los 4 combates ($p=0,730$). (tabla 3.6).

3.2.1.- Análisis de las correlaciones de la máxima producción de fuerza.

No existe correlación entre la MPF antes de los combates con respecto a la MPF después de los combates (tabla 3.7).

Tabla 3.7. Correlación de Pearson entre la máxima producción de fuerza antes y la máxima producción de fuerza después de los combates.

		MPFA1	MPFD1	MPFA2	MPFD2	MPFA3	MPFD3	MPFA4	MPFD4
MPFA1	Correlación de Pearson	1	,437	,342	,415	,588	,367	,033	-,097
	Sig. (bilateral)		,179	,303	,204	,057	,267	,924	,777
MPFD1	Correlación de Pearson	,437	1	,185	,195	,061	,288	,217	-,215
	Sig. (bilateral)	,179		,586	,565	,859	,391	,521	,525
MPFA2	Correlación de Pearson	,342	,185	1	-,027	,120	,202	,114	,064
	Sig. (bilateral)	,303	,586		,938	,725	,552	,739	,852
MPFD2	Correlación de Pearson	,415	,195	-,027	1	,344	,759(**)	,134	,446
	Sig. (bilateral)	,204	,565	,938		,301	,007	,695	,169
MPFA3	Correlación de Pearson	,588	,061	,120	,344	1	,444	-,152	,004
	Sig. (bilateral)	,057	,859	,725	,301		,171	,656	,991
MPFD3	Correlación de Pearson	,367	,288	,202	,759(**)	,444	1	,193	,172
	Sig. (bilateral)	,267	,391	,552	,007	,171		,570	,613
MPFA4	Correlación de Pearson	,033	,217	,114	,134	-,152	,193	1	,350
	Sig. (bilateral)	,924	,521	,739	,695	,656	,570		,292
MPFD4	Correlación de Pearson	-,097	-,215	,064	,446	,004	,172	,350	1
	Sig. (bilateral)	,777	,525	,852	,169	,991	,613	,292	

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

No existe correlación entre la máxima producción de fuerza después de los combates y la máxima concentración de lactato después de los combates (tabla 3.8).

Tabla 3.8. Correlación entre la máxima producción de fuerza después de los combates (MPFD) y la máxima concentración de lactato [LA_{MAX}] después de los combates.

	CORRELACIÓN DE PEARSON	SIG (BILATERAL)
MPFD₁ – C₁ LA₁	-0,142	0,676
MPFD₂ – C₂ LA₂	0,071	0,846
MPFD₃ – C₃ LA₃	-0,169	0,618
MPFD₄ – C₄ LA₄	0,287	0,393

MPFD_n: Máxima producción de fuerza después de los combates. C_n LA_n: Máxima concentración de lactato después de los combates. n: numero de combate.

La MPF después de los combates, no esta relacionada con la máxima producción de lactato, después de los combates (ver tabla 3.30).

3.3.-Velocidad gestual del squat 90°, antes y después de los combates.

Los resultados descriptivos del grupo se muestran en la tabla 3.9 y en la figura 3.3. Tras el análisis de los resultados se observa que la media de la velocidad en el ejercicio de squat 90°, medida antes y después de los combates, oscila entre 1,15 y 1,07 m/s, con una desviación típica entre 0,11 y 0,16 m/s.

Tabla 3.9. Media y DT de la velocidad (m/s), antes y después de los combates, con un intervalo de confianza del 95%.

	Media	Desv. típ.	Intervalo de confianza al 95%	
			Limite inferior	Limite superior
vel C1 a	1,14	,11	1,07	1,21
vel C1 d	1,14	,13	1,05	1,23
vel C2 a	1,15	,12	1,07	1,22
vel C2 d	1,07	,16	,97	1,18
vel C3 a	1,12	,13	1,03	1,21
vel C3 d	1,11	,15	1,01	1,21
vel C4 a	1,12	,12	1,04	1,21
vel C4 d	1,14	,14	1,05	1,23

Vel C_n: Velocidad con la realiza el ejercicio de squat 90° antes (a) y después (b) de los combates (C).

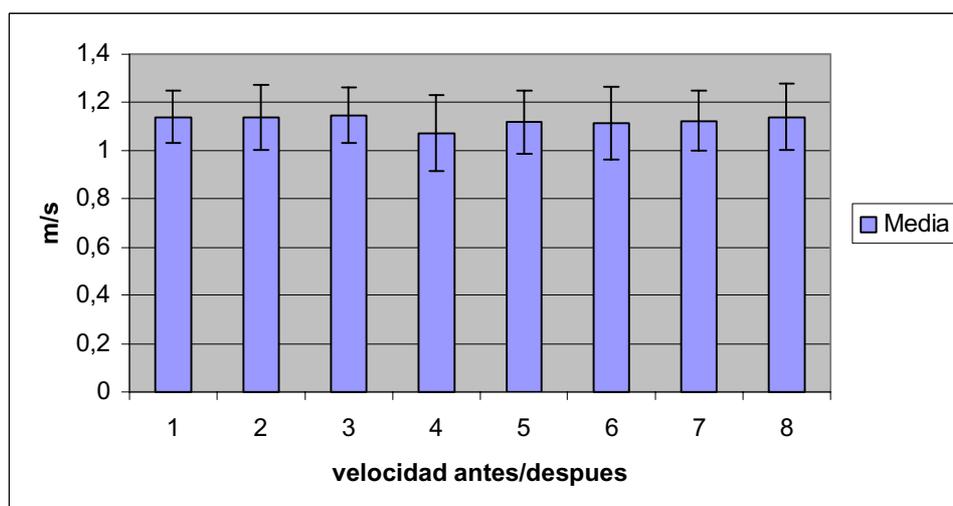


Figura 3.3. La figura representa la media y la desviación típica de la velocidad (m/s), antes y después de los combates en el ejercicio de Squat 90°.

La prueba de efectos intrasujetos nos muestra que no existen diferencias significativas en la velocidad de los judocas, al realizar el ejercicio de squat 90°, entre los cuatro combates ($P=0,311$), y además no existe diferencia significativa entre la velocidad, antes y después, tanto en general ($p=0,303$), como a lo largo de los 4

combates (p=0,204) (tabla 3.10).

Tabla 3.10. Prueba de efectos intra-sujetos. Asumida la esfericidad, (Prueba de esfericidad de Mauchly No significativa).

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
facvelo	,011	3	,004	1,244	,311
Error(facvelo)	,091	30	,003		
facande	,005	1	,005	1,181	,303
Error(facande)	,046	10	,005		
facvelo * facande	,026	3	,009	1,626	,204
Error(facvelo*facande)	,161	30	,005		

Factor 1: Número de combate (4 niveles). Factor 2: Momento de la medida (antes y después).

3.3.1.-Coeficiente de variación de la velocidad del ejercicio de Squat 90° medida antes y después de los combates.

Tabla 3.11. Media, desviación típica y coeficiente de variación de la velocidad (m/s) de Squat 90° antes y después de los combates.

antedesp		S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12
antes	Media	1,13	1,22	1,20	1,25	1,32	1,17	1,11	1,05	,95	1,02	1,04
	Desv. típ.	,027	,039	,062	,039	,029	,061	,054	,010	,039	,021	,094
	Mínimo	1,11	1,17	1,14	1,21	1,29	1,10	1,05	1,04	0,90	0,99	0,93
	Máximo	1,17	1,26	1,28	1,30	1,36	1,24	1,18	1,06	,98	1,04	1,16
después	Media	1,08	1,28	1,24	1,20	1,30	1,12	1,08	0,99	0,92	0,96	1,11
	Desv. típ.	,064	,029	,068	,078	,041	,154	,101	,057	,076	,095	,033
	Mínimo	1,01	1,26	1,14	1,11	1,25	0,90	0,98	0,92	0,81	0,83	1,08
	Máximo	1,15	1,32	1,29	1,30	1,35	1,25	1,19	1,06	0,97	1,04	1,15
Total	Media	1,10	1,25	1,22	1,22	1,31	1,14	1,10	1,02	0,93	0,98	1,08
	Desv. típ.	,053	,044	,064	,062	,035	,111	,076	,048	,057	,070	,075
	Mínimo	1,01	1,17	1,14	1,11	1,25	0,90	0,98	0,92	0,81	0,83	0,93
	Máximo	1,17	1,32	1,29	1,30	1,36	1,25	1,19	1,06	0,98	1,04	1,16
C _{VA}		0,024	0,031	0,052	0,031	0,022	0,052	0,048	0,009	0,042	0,020	0,090
		2,4%	3,1%	5,2%	3,1%	2,2%	5,2%	4,8%	0,9%	4,2%	2%	9%
C _{VD}		0,059	0,022	0,055	0,054	0,032	0,138	0,093	0,058	0,083	0,099	0,029
		5,9%	2,2%	5,5%	6,4%	3,2%	13%	9,3%	5,8%	8,3%	9,9%	2,8%

C_v = Desv tip/media (C_v: Coeficiente de variación de la velocidad, antes (a) y después (d) de los combates. S_n: sujeto.

En la tabla 3.11 podemos observar que existe estabilidad de la velocidad del squat 90° realizado antes y después de los combates, dado que los coeficientes de variación son relativamente pequeños (todos menores del 15%).

3.3.2.-Comparación de la velocidad con la que se realiza el squat 90°, tanto en el test, como antes y después de los combates.

Tras el análisis de los resultados (tabla 3.12 y figura 3.4) se observa que la media de la velocidad en el ejercicio de squat 90°, medida antes y después de los combates oscila entre 1,15 y 1,07 m/s con una desviación típica entre 0,11 y 0,16 m/s y la media de la velocidad en el test es de $1,13 \pm 0,79$ m/s.

Tabla 3.12. Media y desviación típica, para un intervalo de confianza del 95%, de la velocidad con la que los judocas realizan el squat 90° con la carga óptima, tanto en el test, como antes y después de los combates.

	Media	Desv. típ.	Intervalo de confianza al 95%	
			Limite inferior	Limite superior
velotest	1,13	0,79	1,08	1,21
velo1a	1,14	0,11	1,07	1,21
velo1d	1,14	0,13	1,05	1,23
velo2a	1,15	0,12	1,07	1,22
velo2d	1,07	0,16	0,97	1,18
velo3a	1,12	0,13	1,03	1,21
velo3d	1,11	0,15	1,01	1,21
velo4a	1,12	0,13	1,04	1,21
velo4d	1,14	0,14	1,05	1,23

Velotest: Velocidad del squat 90° en el test.

Velon: Velocidad del squat 90° antes (a) y después (b) de los combates.

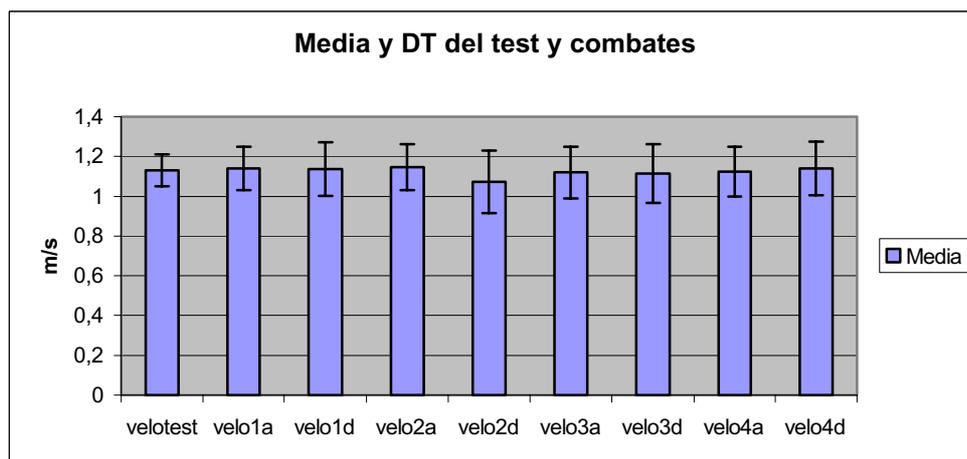


Figura 3.4. En la figura se representa la velocidad y la desviación típica, con la que los judocas realizan el ejercicio de squat 90°, tanto antes, como después de los combates y en el test.

Tabla 3.13. Prueba de efectos intra-sujetos. Asumida la esfericidad (Prueba de esfericidad de Mauchly no significativa).

Fuente		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
factor1	Esfericidad asumida	,043	8	,005	1,219	,299
Error(factor1)	Esfericidad asumida	,355	80	,004		

Factor 1: momento de la medida (nueve niveles)

La prueba de efectos intrasujetos nos muestra que no existen diferencias significativas entre la velocidad de los judocas, medida antes y después de los combates y la medida en el test ($P=0,299$), (tabla 3.13).

3.3.3.-Tiempo de realización del squat 90°, tanto antes, como después de los combates.

La media y la desviación típica del tiempo de realización del squat 90°, antes y

después de los combates, oscila entre los $376,50 \pm 48,68$ m/s del sujeto número 7 y los $612,87 \pm 36,12$ m/s del sujeto número 10. La media y DT del grupo es de $495,28 \pm 58,07$ m/s (tabla 3.14).

Tabla 3.14. Tiempos de realización del squat 90° antes y después de los combates, medias y desviaciones típicas.

TIEMPO SQUAT90°	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12
AC ₁	444	546	481	436	383	342	418	440	626	453	604
DC ₁	627	621	581	438	331	364	525	452	585	627	609
AC ₂	528	639	551	396	406	343	438	483	612	520	516
DC ₂	511	531	540	379	366	422	593	445	631	607	526
AC ₃	660	550	620	456	375	465	479	483	646	755	442
DC ₃	594	439	546	414	412	349	369	432	666	564	501
AC ₄	463	511	478	353	430	324	380	602	567	555	521
DC ₄	600	468	512	380	334	403	505	537	570	491	468
Media	553,37	538,12	538,62	406,50	379,62	376,50	463,37	484,25	612,87	571,50	523,37
DT	78,54	68,43	48,30	35,46	35,75	48,68	76,66	58,45	36,14	93,74	58,66

AC: antes del combate. DC: después del combate

Tabla 3.15 En la tabla se muestran los valores de la carga máxima (1RM), la carga óptima de trabajo (% de RM) con la que los sujetos desarrollan la Potencia Máxima (PM), así como las medias y las DT.

Sujeto	Carga máxima	Kilos de Potencia Máxima	% de carga máxima
2	160,00	120,00	75,00
3	150,00	120,00	80,00
4	180,00	120,00	66,66
5	240,00	120,00	50,00
6	140,00	100,00	71,42
7	180,00	120,00	66,66
8	140,00	80,00	57,14
9	200,00	140,00	70,00
10	200,00	160,00	80,00
11	230,00	170,00	73,91
12	230,00	190,00	82,61
Media	186,36	130,90	70,31
DT	36,68	31,77	9,94

3.4.-Carga óptima de trabajo con la que los judocas desarrollan la potencia máxima.

La carga con la que los judocas desarrollan su potencia máxima, oscila entre el 50 y el 82,61% de su 1RM (Media \pm DT: 70.31 \pm 9,94% de su 1RM), (tabla 3.15)

3.5.-Correlaciones entre las variables dependientes.

Existe una buena correlación entre 1RM (la carga máxima en Kg) y % RM (carga óptima) con la que el judoca consigue su potencia máxima. (Tabla 3.16).

Tabla 3.16. Correlación entre la carga máxima (RM) y la carga óptima (% RM) con la que se desarrolla la potencia máxima (PM).

		RM	KG-PM
RM	Correlación de Pearson	1	,758(**)
	Sig. (bilateral)		,007
KG-PM	Correlación de Pearson	,758(**)	1
	Sig. (bilateral)	,007	

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

La carga óptima esta relacionada con la potencia máxima desarrollada, tanto antes, como después de los combates, dando muy significativa con la potencia máxima antes (PMA) y significativa con las de después (PMD), (tabla 3.17).

La carga óptima, no esta relacionada con la máxima producción de fuerza desarrollada, tanto antes, como después de los combates, tan solo se da una correlación muy significativa antes del 1^{er} y 2^o combate, (tabla 3.18).

Tabla 3.17. Correlaciones % RM (carga óptima) con la Potencia Máxima antes (PMA) y Potencia Máxima después (PMD) de los combates.

		KG-PM	PMA1	PMD1	PMA2	PMD2	PMA3	PM3	PM4
KG-PM	Correlación De Pearson	1	,792(**)	,715(*)	,848(**)	,608(*)	,742(**)	,713(*)	,745(**)
	Sig. (bilateral)		,004	,013	,001	,047	,009	,014	,009
PMA1	Correlación de Pearson	,792(**)	1	,812(**)	,929(**)	,730(*)	,814(**)	,883(**)	,770(**)
	Sig. (bilateral)	,004		,002	,000	,011	,002	,000	,006
PMD1	Correlación de Pearson	,715(*)	,812(**)	1	,812(**)	,692(*)	,794(**)	,796(**)	,652(*)
	Sig. (bilateral)	,013	,002		,002	,018	,004	,003	,030
PMA2	Correlación de Pearson	,848(**)	,929(**)	,812(**)	1	,603(*)	,782(**)	,903(**)	,805(**)
	Sig. (bilateral)	,001	,000	,002		,050	,004	,000	,003
PMD2	Correlación de Pearson	,608(*)	,730(*)	,692(*)	,603(*)	1	,789(**)	,656(*)	,639(*)
	Sig. (bilateral)	,047	,011	,018	,050		,004	,028	,034
PMA3	Correlación de Pearson	,742(**)	,814(**)	,794(**)	,782(**)	,789(**)	1	,786(**)	,799(**)
	Sig. (bilateral)	,009	,002	,004	,004	,004		,004	,003
PMD3	Correlación de Pearson	,713(*)	,883(**)	,796(**)	,903(**)	,656(*)	,786(**)	1	,653(*)
	Sig. (bilateral)	,014	,000	,003	,000	,028	,004		,029
PMA4	Correlación de Pearson	,745(**)	,770(**)	,652(*)	,805(**)	,639(*)	,799(**)	,653(*)	1
	Sig. (bilateral)	,009	,006	,030	,003	,034	,003	,029	
PMD4	Correlación de Pearson	,795(**)	,934(**)	,843(**)	,891(**)	,846(**)	,891(**)	,827(**)	,893(**)
	Sig. (bilateral)	,003	,000	,001	,000	,001	,000	,002	,000

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). * La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 3.18. Correlaciones de la carga óptima (%RM) con la máxima producción de fuerza (MPF) antes y después de los combates.

		KG-PM	MPFA1	MPFD1	MPFA2	MPFD2	MPFA3	MPFD3	MPFA4	MPFD4
KG-PM	Correlación de Pearson	1	,817(**)	,395	,765(**)	,235	,452	,409	,301	,021
	Sig. (bilateral)		,002	,229	,006	,486	,163	,211	,368	,951
	Sig. (bilateral)	,003	,010	,222	,111	,826	,159	,934	,413	,813

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

La 1RM no correlaciona con la potencia desarrollada en todos los combates, sólo con la PM antes del 1º, 2º y 4º combate y con la PM después del 4º combate, (tabla 3.19).

Tabla 3.19. Correlaciones de la carga máxima (RM) con la potencia máxima (PM) antes y después de los combates.

Correlaciones

		RM	PMA1	PMD1	PMA2	PMD2	PMA3	PMD3	PMA4	PMD4
RM	Correlación de Pearson	1	,666(*)	,377	,665(*)	,430	,550	,489	,784(**)	,663(*)
	Sig. (bilateral)		,025	,254	,026	,187	,080	,127	,004	,026

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

3.6.- Variables para el control del esfuerzo.

3.6.1.-Estructura temporal de los combates durante la toma de datos.

Se estudiaron 24 combates, de 5 minutos cada uno. Estos 5 minutos se dividieron en 5 unidades de tiempo real (UTE), por combate, cada una de 1 minuto de duración, que corresponde a 120 UTEs (unidades de tiempo real de combate), en total. A las unidades de tiempo real del minuto uno, se le denominó UTE₁ y así sucesivamente hasta la UTE₅.

En la tabla 3.20 se observa un incremento de la media del número de pausas del minuto 1 al 2, manteniéndose prácticamente estable a partir de este minuto hasta el minuto 5. El número total de pausas durante los combates fue de 16.58 ± 3.45 .

Tabla 3.20. Media y desviación típica del número de pausas en cada minuto y en el total de los combates

UTE	1'	2'	3'	4'	5'	TOTAL COMBATES
Medias	2.33	3.46	3.46	3.67	3.67	16.58
DT	(0.76)	(1.02)	(1.17)	(1.12)	(1.04)	(3.45)

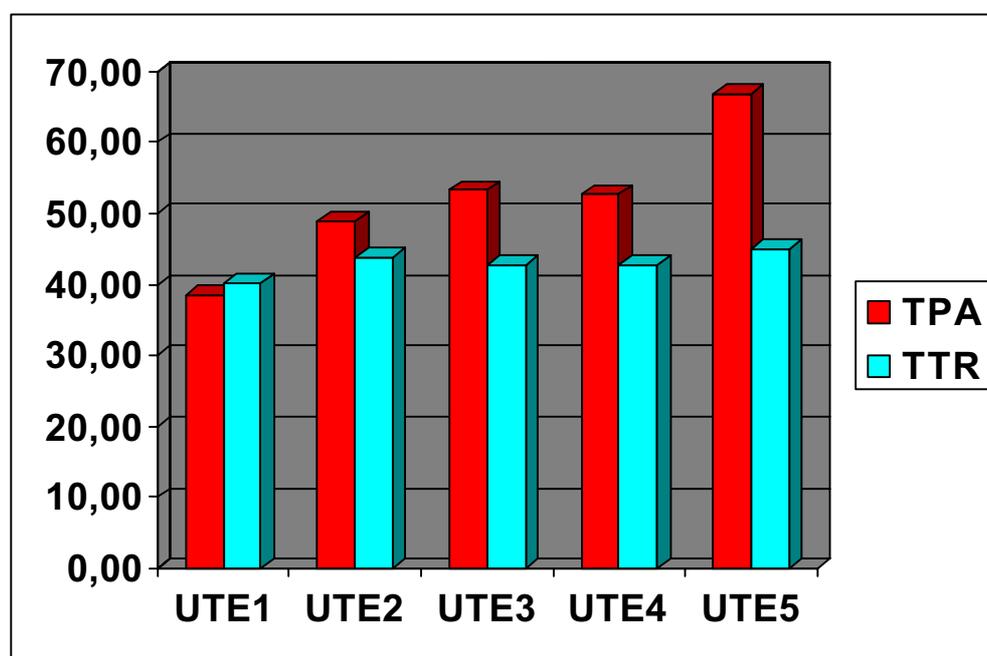
UTE: Unidad de tiempo real

En la tabla 3.21 y en la figura 3.5 se observa que el tiempo total de pausa (TPA) por UTE se incrementa del minuto 1 al 5 de combate, manteniéndose prácticamente constante en los minutos 3 y 4. Sin embargo los tiempos de trabajo por UTE (TTR) se mantienen prácticamente iguales. El tiempo total de pausa durante los combates fue de 4 min 20 s $\pm 55,61$ s y el tiempo total de trabajo fue de 3 min 31 s $\pm 30,95$ s.

Tabla 3.21. Media del tiempo total de pausa y de trabajo por UTE.

UTE	1'	2'	3'	4'	5'	TOTAL COMBATES
TPA	38.41''	48.87''	53.25''	52.70''	66.87''	4'20''
ST	(10.53)	(16.11)	(22.28)	(17.09)	(35)	(55.61)
TTR	40.08''	43.91''	42.66''	42.79''	44.87''	3'31''
DT	(6.94)	(7.15)	(8.82)	(7.44)	(8.67)	(30.95)

TPA: Media del tiempo total de pausa (en cada UTE y en el total de los combates). TTR: Media del tiempo total de trabajo (en cada UTE y en el total de los combates). DT: Desviación típica.

**Figura 3.5.** Tiempo de pausa (TPA) y de trabajo (TTR) por UTE

En la tabla 3.22 y en la figura 3.6 se observa que los tiempos de cada secuencia de trabajo se mantienen estables durante el combate, excepto en el minuto 1. Sin embargo, los tiempos por cada secuencia de pausa, aumentan a lo largo del combate excepto en el minuto 4. La media de la secuencia de pausa durante los combates es de 13.70 ± 9.58 s y la media de la secuencia de trabajo es 10.80 ± 7.06 s.

Tabla 3.22. Media de los tiempos por secuencia de pausa y de trabajo por UTE.

UTE	1'	2'	3'	4'	5'	TOTAL COMBATE
TSPA	11.23''	13.13''	14.38''	12.96''	16.44''	13.70''
DT	(4.5)	(8.7)	(9.4)	(8.0)	(13.6)	(9.58)
TSTR	13.26''	10.70''	10.71''	9.89''	10.16''	10.80''
DT	(7.3)	(6.6)	(8.0)	(6.3)	(6.7)	(7.06)

TSPA: Media del tiempo por cada secuencia de pausa (en cada UTE y en el total de los combates). TSTR: Media del tiempo por cada secuencia de trabajo (en cada UTE y en el total de los combates). DT: Desviación típica.

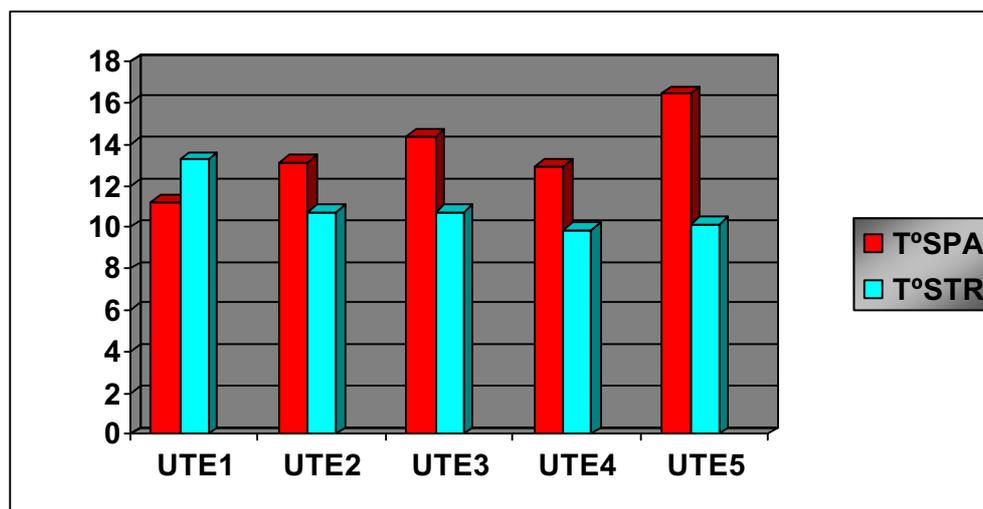


Figura 3.6. En la figura se representa la media y DT de la secuencia de pausa y de trabajo por UTE.

3.6.2.-Concentraciones de lactato.

3.6.2.1.-Presentación de los datos relativos al acúmulo y aclaramiento láctico después del test incremental.

Los resultados descriptivos del grupo se muestran en la tabla 3.23 y la figura 3.7.

Tras el análisis de los resultados, se observa que hay un aclaramiento de lactato del 20,78% a los 14 min, y un aclaramiento medio por minuto de 0,274 mmol/min, entre el minuto 1 y el 14. Sin embargo, el mayor aclaramiento se da entre el minuto 1 y 3, con un aclaramiento medio de $1,11 \pm 1,55$ mmol/min (Índice de Confianza al 95%: 0,002; 2,218), que da un aclaramiento medio de 0,555 mmol/min.

Tabla 3.23. Media y desviación típica, de la concentración de lactato post esfuerzo del test incremental.

Lactato mmol/l	Min.	Media	Desv. tip.	Intervalo de confianza al 95%	
				Limite inferior	Limite superior
	1	17,12	3,76	14,86	19,38
	3	16,01	2,81	14,49	17,52
	5	15,46	2,95	13,61	17,32
	7	15,36	3,50	13,05	17,67
	10	14,70	3,27	12,62	16,77
	14	13,56	3,62	11,50	15,62

Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los siguientes valores: INC. BASAL = 2,7270

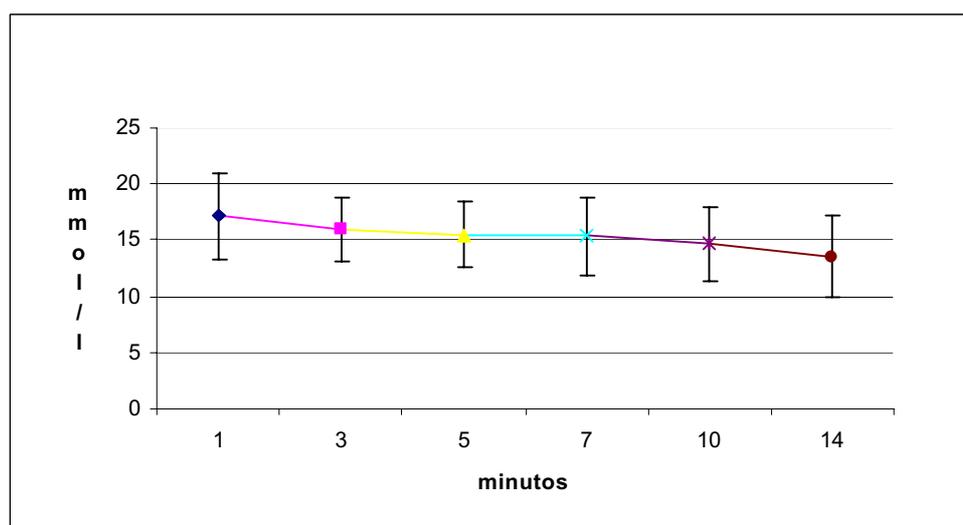


Figura 3.7. La figura representa la media y la desviación típica (DT), de la concentración de ácido láctico después del test incremental en tapiz rodante en los minutos 1, 3, 5, 7, 10 y 14, en mmol/l.

Aplicando el modelo lineal general para medidas repetidas, la prueba de efectos intrasujetos nos muestra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$), en general, respecto a la acumulación de ácido láctico entre los minutos 1, 3, 5, 7, 10, 14 después del test incremental. Ahora bien, teniendo en cuenta como covariable el nivel basal de lactato, dichas diferencias dan significativas solo para un valor $p = 0,017$. Tabla 3.24.

Tabla 3.24. Prueba de efectos intrasujetos. Asumida la esfericidad (prueba de esfericidad de Mauchly).

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
fincla	14,416	5	2,883	3,141	,017
fincla * inc. basal	4,162	5	,832	,907	,486
Error(fincla)	36,714	40	,918		

fincla: Factor concentración de lactato después del test incremental.

inc. basal: Concentración de lactato antes del test incremental.

3.6.2.2.-Presentación de los datos relativos al acúmulo y aclaramiento láctico después de los combates.

Los resultados descriptivos del grupo se muestran en la tabla 3.25. Tras el análisis de los resultados de los datos, se observa que la concentración de lactato va disminuyendo del combate 1 al 4, así como del minuto 1 al 14 de descanso.

Las concentraciones promedio de lactato fueron $9,62 \pm 3,03$, $8,66 \pm 3,41$, $8,01 \pm 2,54$ y $7,53 \pm 2,70$ mmol/l a los 14 minutos después de acabar el 1^{er}, 2^o, 3^{er} y 4^o combate respectivamente.

Tabla 3.25 Media y desviación típica de la concentración de lactato en los minutos 1, 3, 5, 7,10 y 14 después de los combates.

Conc. de Lactato en cada combate	Media	DT	Intervalo de confianza al 95%	
			Limite inferior	Limite superior
C1LA1	14,87	4,11	11,71	18,03
C1LA3	13,97	3,39	11,37	16,58
C1LA5	12,81	3,40	10,19	15,42
C1LA7	12,37	3,20	9,90	14,83
C1LA10	11,44	3,54	8,72	14,17
C1LA14	9,62	3,03	7,29	11,95
C2LA1	14,78	4,22	11,54	18,02
C2LA3	12,84	3,76	9,96	15,73
C2LA5	12,24	3,74	9,37	15,12
C2LA7	11,39	3,58	8,64	14,14
C2LA10	10,00	3,52	7,30	12,71
C2LA14	8,656	3,41	6,04	11,28
C3LA1	13,64	2,90	11,41	15,88
C3LA3	12,14	2,83	9,97	14,32
C3LA5	10,99	2,39	9,16	12,83
C3LA7	10,37	2,85	8,18	12,57
C3LA10	9,08	2,36	7,26	10,90
C3LA14	8,01	2,54	6,06	9,97
C4LA1	12,60	3,68	9,78	15,43
C4LA3	11,70	3,57	8,96	14,44
C4LA5	10,95	3,19	8,50	13,40
C4LA7	10,33	3,64	7,53	13,13
C4LA10	8,88	3,09	6,50	11,26
C4LA14	7,54	2,67	5,46	9,61

C_n: Numero de combate. LA_n: concentración de lactato en los minutos 1,3,5,7,10 y 14 después de los combates.

Aplicando el modelo lineal general para medidas repetidas, en la tabla 3.26 y la figura 3.8, se presenta la prueba de efectos intrasujetos, que nos muestra, que el factor combate, da resultados significativos ($p=0,027$) y que también existen diferencias significativas en la acumulación de ácido láctico entre los minutos 1, 3, 5, 7,10 y 14

después de los combates ($p=0,000$), sin embargo la interacción entre combate y minutos no da significativa. ($p=0,446$).

Tabla 3.26. Prueba de efectos intrasujetos. (Corrección de Greenhouse- Geisser).

Fuente	Suma de cuadrados tipo III.	gl	Media cuadrática	F	Significación
faclac	155,58	1,82	85,34	4,84	,027
Err. (faclac)	257,25	14,59	17,64		
Flacmi	699,32	2,14	326,00	155,66	,000
Error(flacmi)	35,94	17,16	2,09		
Faclac*flacmi	9,050	3,14	2,88	,926	,446
Err.(faclac*flacmi)	78,17	25,13	3,11		

faclac: factor concentración de lactato entre combates. flacmin: factor concentración de lactato entre los minutos después de los combates.

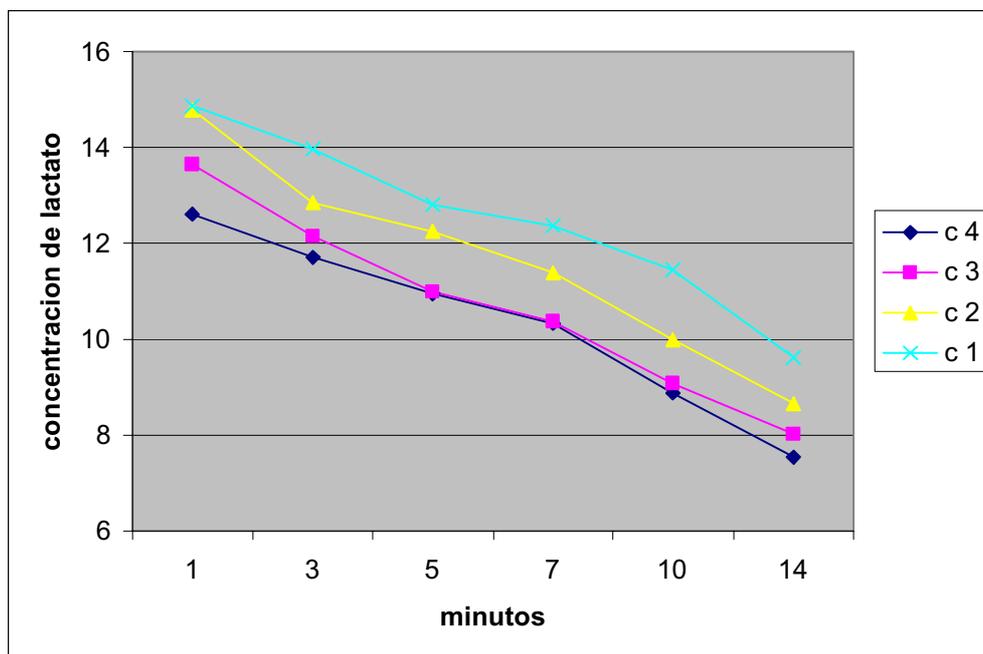


Figura 3.8. Concentración de Lactato en los minutos 1, 3, 5, 7,10 y 14 después de los combates (C_n). La desviación típica (DT) ha sido obviada por claridad.

Las concentraciones máximas de lactato después de los combates y después del test incremental se dan en el minuto uno. La media de la concentración máxima de

lactato (primer minuto) después de los combates, no da diferencia significativa ($P=0,144$) entre el 1º y el 4º combate, (tabla 3.27).

Tabla 3.27. Media y desviación típica de la máxima concentración de lactato en el minuto 1 después de los 4 combates y del test incremental

Concentración de lactato después de los combates y del test incremental	Media	DT
INCLA1	17,12	3,76
C1LA1	14,89	4,11
C2LA1	14,78	4,22
C3LA1	13,64	2,90
C4LA1	12,60	3,67

INCLA: Concentración de lactato después del test incremental.

C_nLA₁: Concentración de lactato en el minuto uno después de los combates.

3.6.2.3.-Presentación de los datos relativos al acúmulo y aclaramiento láctico entre los minutos 1 y 3 después de los combates y del test incremental.

Los resultados descriptivos del grupo se muestran en la tabla 3.28. Tras el análisis de los resultados de los datos se observa, que la media de la diferencia de la concentración de lactato entre el minuto 1 y 3, es similar en el test incremental que después de los combates 1 y 4, sin embargo esa media es mayor en los combates 2 y 3.

Tabla 3.28. Media y desviación típica de la concentración de lactato, entre el minuto 1 y 3 después de los combates y el test incremental, para un intervalo de confianza del 95%.

Diferencia [LA] entre el minuto 1 y 3.	Media	Desv. típ.	Intervalo de Confianza al 95%	
			Limite inferior	Limite superior
Incremental	1,11	1,55	,002	2,218
Combate1	1,02	1,25	,123	1,917
Combate2	1,79	2,02	,341	3,237
Combate3	1,57	0,96	,882	2,258
Combate4	0,95	0,99	,243	1,661

[LA]: Concentración de lactato

Aplicando el modelo lineal general para medidas repetidas, en la tabla 3.29, se presenta la prueba de efectos intrasujetos, que nos muestra (asumiendo la prueba de esfericidad de Mauchly), que no existen diferencias significativas, de las medias de las concentraciones de lactato entre el minuto 1 y 3 después del test incremental, con respecto a la de los combates, ni existen diferencias significativas entre las medias de los combates entre sí ($p=0,620$).

Tabla 3.29. Prueba de efectos intrasujetos (asumiendo la prueba de esfericidad de Mauchly).

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
factor1	5,469	4	1,367	,665	,620
Error(factor1)	73,971	36	2,055		

Factor1: combates

La media de aclaramiento de lactato, en los dos primeros minutos, es de 0,69 mmol/min.

3.6.2.4.-Varianza de los niveles de lactato entre los minutos 1 y 14 después de los combates y del test incremental.

En la tabla 3.30 se presenta, en tantos por cientos, la varianza de la concentración de lactato, después de los combates y el test incremental, entre los minutos 1 y 14. El tanto por ciento de disminución de lactato es menor en el test incremental (16,98%), que en los combates (entre 35,29% del combate uno y 41,42 del combate 2).

El la figura 3.9 se observa la formula del % de varianza de la concentración de lactato entre dos momentos de la medida.

$$\% \text{ de Varianza del min 1 al 14} = \frac{[LA]_{\text{min 1}} - [LA]_{\text{min 14}}}{[LA]_{\text{min 1}}}$$

Figura 3.9. Formula del % de la concentración de lactato entre dos momentos de la medida.

Tabla 3.30. Varianza de la concentración de lactato en la recuperación de los combates y del test incremental.

	INCREMEN TAL	COMBATE 1	COMBATE 2	COMBATE 3	COMBATE 4
% de varianza de la [LA] del min 1 al 14	16,98	35,29	41,42	40,95	40,19

[LA]: Concentración de lactato.

En la figura 3.10 se observan, las curvas de aclaramiento del lactato desde el minuto 1 al 14, después del test incremental y de los 4 combates, con un descanso

pasivo entre ellos de 15 minutos.

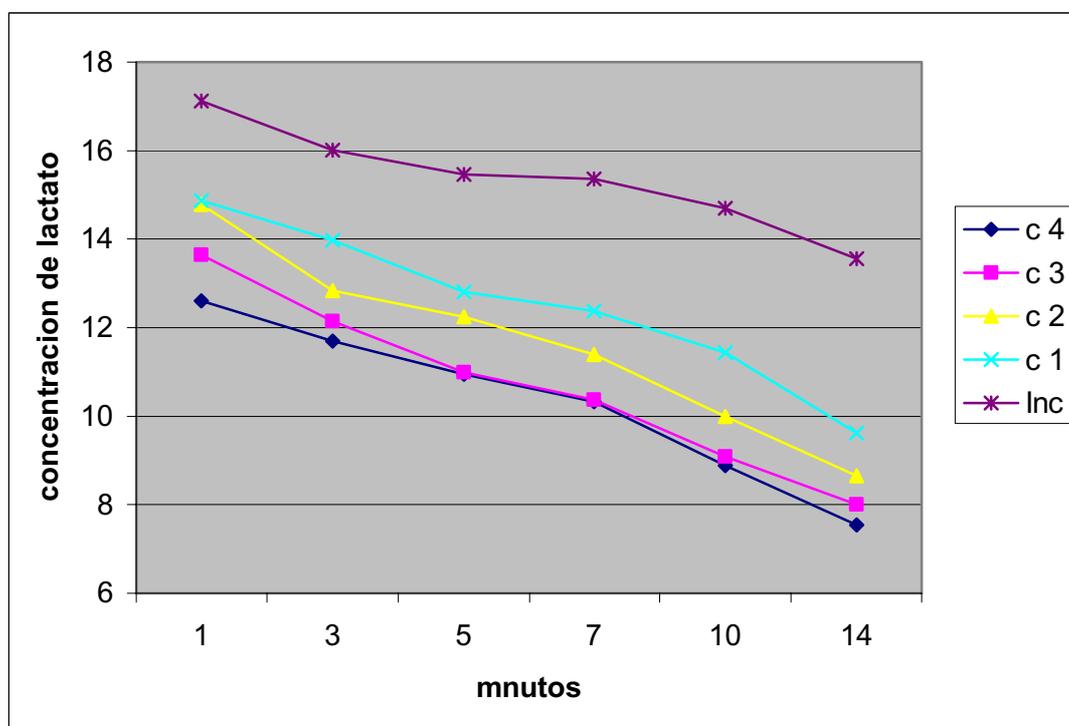


Figura 3.10. Curvas de aclaramiento del lactato desde el minuto 1 al 14, después del test incremental (Inc) y de los combates (Cn). La desviación típica (DT) ha sido obviada por claridad.

3.6.2.5.-Correlaciones entre las concentraciones de lactato, de los minutos 1, 3, 5, 7,10 y 14, después de los combates.

Existe una correlación altamente significativa ($P < 0,001$) entre el pico de lactato, y la concentración de lactato en los minutos 3,5,7,10 y 14 del aclaramiento (ver tablas 3.31, 3.32, 3.33, y 3.34).

Tabla 3.31. Correlaciones de las concentraciones de lactato después del combate en los minutos 1, 3, 5, 7, 10 y 14.

		C1LA1	C1LA3	C1LA5	C1LA7	C1LA10	C1LA14
C1LA1	Correlación de Pearson	1	,951(**)	,902(**)	,895(**)	,852(**)	,834(**)
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,002	,001
C1LA3	Correlación de Pearson	,951(**)	1	,970(**)	,971(**)	,929(**)	,924(**)
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,000	,000
C1LA5	Correlación de Pearson	,902(**)	,970(**)	1	,976(**)	,933(**)	,924(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000	,000	,000
C1LA7	Correlación de Pearson	,895(**)	,971(**)	,976(**)	1	,974(**)	,958(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		,000	,000
C1LA10	Correlación de Pearson	,852(**)	,929(**)	,933(**)	,974(**)	1	,992(**)
	Sig. (bilateral)	,002	,000	,000	,000		,000
C1LA14	Correlación de Pearson	,834(**)	,924(**)	,924(**)	,958(**)	,992(**)	1
	Sig. (bilateral)	,001	,000	,000	,000	,000	

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral)

Tabla 3.32. Correlaciones de las concentraciones de lactato después del combate2 en los minutos 1, 3, 5, 7,10 y 14

		C2LA1	C2LA3	C2LA5	C2LA7	C2LA10	C2LA14
C2LA1	Correlación de Pearson	1	,862(**)	,895(**)	,891(**)	,864(**)	,855(**)
	Sig. (bilateral)		,001	,000	,001	,001	,002
C2LA3	Correlación de Pearson	,862(**)	1	,962(**)	,948(**)	,953(**)	,944(**)
	Sig. (bilateral)	,001		,000	,000	,000	,000
C2LA5	Correlación de Pearson	,895(**)	,962(**)	1	,994(**)	,993(**)	,969(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000	,000	,000
C2LA7	Correlación de Pearson	,891(**)	,948(**)	,994(**)	1	,987(**)	,977(**)
	Sig. (bilateral)	,001	,000	,000		,000	,000
C2LA10	Correlación de Pearson	,864(**)	,953(**)	,993(**)	,987(**)	1	,963(**)
	Sig. (bilateral)	,001	,000	,000	,000		,000
C2LA14	Correlación de Pearson	,855(**)	,944(**)	,969(**)	,977(**)	,963(**)	1
	Sig. (bilateral)	,002	,000	,000	,000	,000	

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 3.33. Correlaciones de las concentraciones de lactato después del combate3 en los minutos 1, 3, 5, 7,10 y 14

		C3LA1	C3LA3	C3LA5	C3LA7	C3LA10	C3LA14
C3LA1	Correlación de Pearson	1	,942(**)	,890(**)	,883(**)	,939(**)	,960(**)
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,000
C3LA3	Correlación de Pearson	,942(**)	1	,957(**)	,959(**)	,958(**)	,922(**)
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,000	,000
C3LA5	Correlación de Pearson	,890(**)	,957(**)	1	,957(**)	,922(**)	,904(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000	,000	,000
C3LA7	Correlación de Pearson	,883(**)	,959(**)	,957(**)	1	,963(**)	,902(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		,000	,000
C3LA10	Correlación de Pearson	,939(**)	,958(**)	,922(**)	,963(**)	1	,969(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000		,000
C3LA14	Correlación de Pearson	,960(**)	,922(**)	,904(**)	,902(**)	,969(**)	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 3.34. Correlaciones de la concentración de lactato después del combate 4 en los minutos 1, 3, 5, 7,10 y 14

		C4LA1	C4LA3	C4LA5	C4LA7	C4LA10	C4LA14
C4LA1	Correlación de Pearson	1	,930(**)	,923(**)	,896(**)	,889(**)	,873(**)
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000	,000	,000
C4LA3	Correlación de Pearson	,930(**)	1	,967(**)	,968(**)	,964(**)	,963(**)
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,000	,000
C4LA5	Correlación de Pearson	,923(**)	,967(**)	1	,986(**)	,977(**)	,963(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,000	,000	,000
C4LA7	Correlación de Pearson	,896(**)	,968(**)	,986(**)	1	,987(**)	,981(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		,000	,000
C4LA10	Correlación de Pearson	,889(**)	,964(**)	,977(**)	,987(**)	1	,988(**)
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000		,000
C4LA14	Correlación de Pearson	,873(**)	,963(**)	,963(**)	,981(**)	,988(**)	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Existe una correlación significativa ($p < 0,05$) entre la concentración máxima de lactato, después del combate 1 y la de los combates 2, 3 y 4, y altamente significativa ($p < 0,001$), entre la concentración máxima de lactato después del combate 2 con

respecto al 3, sin embargo no existe correlación entre la concentración de estos y la del combate 4. (Tabla 3.35).

Tabla 3.35. Correlaciones de la concentración máxima de lactato después de los combates.

		C1LA1	C2LA1	C3LA1	C4LA1
C1LA1	Correlación de Pearson	1	,693(*)	,715(*)	,721(*)
	Sig. (bilateral)		,026	,013	,012
C2LA1	Correlación de Pearson	,693(*)	1	,872(**)	,578
	Sig. (bilateral)	,026		,001	,080
C3LA1	Correlación de Pearson	,715(*)	,872(**)	1	,579
	Sig. (bilateral)	,013	,001		,062
C4LA1	Correlación de Pearson	,721(*)	,578	,579	1
	Sig. (bilateral)	,012	,080	,062	

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Se da una correlación negativa entre el peso del judoca y la concentración de lactato en los 4 combates, siendo significativa sólo en el 4º combate ($p < 0,05$), (tabla 3.36).

Tabla 3.36. Correlación entre el peso del judoca y concentración de lactato después de los combates.

		pesojug	C1LA1	C2LA1	C3LA1	C4LA1
Peso judoca	Correlación de Pearson	1	-,324	-,431	-,412	-,656(*)
	Sig. (bilateral)		,331	,213	,208	,028

* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

3.6.3.-Presentación y análisis de los datos relativos a la frecuencia cardiaca.

Los resultados descriptivos del grupo se muestran en la tabla 3.37 y la figura 3.11. Tras el análisis de los resultados se observa que la media de la frecuencia cardiaca de los sucesivos combates, no varía significativamente ($p=0,067$), la media de los combates oscila entre 179 y 188 ppm con una desviación entre 13,72 y 8,02.

Tabla 3.37. Media, desviación típica e intervalo de confianza al 95% de la FC durante los 4 combates.

Combates	media	Desv. típ.	Intervalo de confianza al 95%	
			Limite inferior	Limite superior
C1FCM	182,36	9,46	176,01	188,72
C2FCM	187,73	8,02	182,34	193,12
C3FCM	187,36	8,66	181,54	193,18
C4FCM	179,18	13,73	169,96	188,40

Desv. tip: Desviación típica.

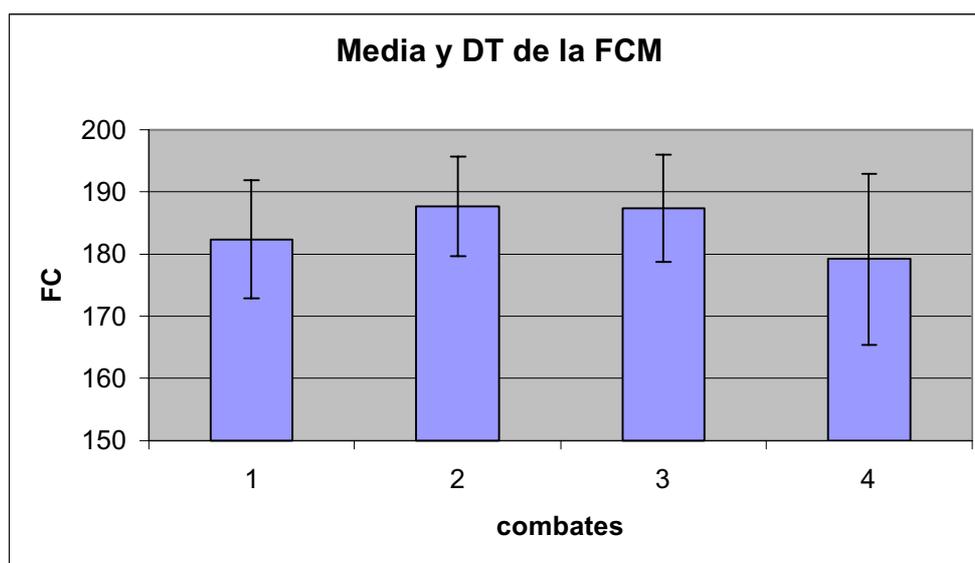


Figura 3.11. Se representa la media y la desviación típica de la frecuencia cardiaca (FC), durante los combates.

Aplicando el modelo lineal general para medidas repetidas, la prueba de efectos intrasujetos nos muestra que no existen diferencias significativas entre las medias de las frecuencia cardiacas, durante los combates ($p=0,067$) (tabla 3.38).

Tabla 3.38. Prueba de efectos intrasujetos. Asumida la esfericidad (prueba de esfericidad de Mauchly, no significativa).

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
facfcm1	560,977	3	186,992	2,643	,067
Error(facfcm1)	2122,273	30	70,742		

3.6.4.-Presentación y análisis de los datos relativos a la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE).

Los resultados descriptivos del grupo se muestran en la tabla 3.39 y la figura 3.12. Tras el análisis de los resultados se observa que la media de RPE de los sucesivos combates no varía significativamente ($p=0,236$). La media de los combates oscila entre 15,82 y 17,09, con una desviación típica entre 1,446 y 2,228.

Tabla 3.39. Media y DT de la Percepción Subjetiva del Esfuerzo, después de los combates para un intervalo de confianza del 95%.

	Media	Desv. típ.	Intervalo de confianza al 95%	
			Limite inferior	Limite superior
RPE-C1	16,00	1,789	14,798	17,202
RPE-C2	16,27	2,005	14,926	17,619
RPE-C3	15,82	2,228	14,321	17,315
RPE-C4	17,09	1,446	16,119	18,062

RPE: Percepción Subjetiva del Esfuerzo.

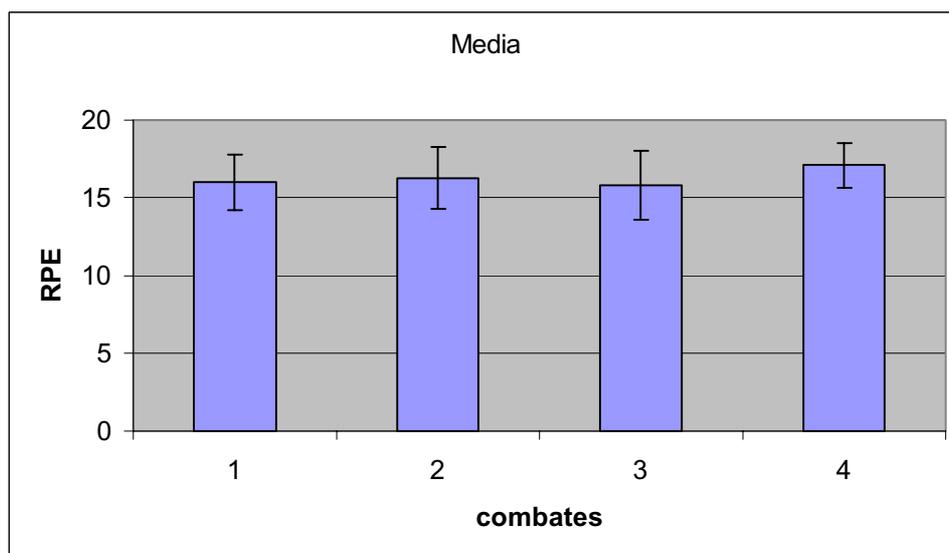


Figura 3.12. En la figura se representa la media y la desviación típica de la Percepción Subjetiva del Esfuerzo (RPE) después de los combates.

Aplicando el modelo lineal general para medidas repetidas, la prueba de efectos intrasujetos nos muestra que no existen diferencias significativas entre la RPE después de los combates ($p=0,236$) (tabla 3.40).

Tabla 3.40. Prueba de efectos intrasujetos asumida la esfericidad (prueba de esfericidad de Mauchly, no significativa).

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
facrpe	10,432	3	3,477	1,494	,236
Error(facrpe)	69,818	30	2,327		

3.6.5.-.Correlaciones entre las variables para el control del esfuerzo.

No existe correlación significativa entre la RPE central después de los

combates, y la concentración de lactato máxima después de los combates. (tabla 3.41).

Tabla 3.41. Correlaciones entre la RPE y la concentración máxima de lactato después de los combates.

	COMBATE 1	COMBATE 2	COMBATE 3	COMBATE 4
Correlación de Pearson (r)	-0.222	0.091	0.059	0.295
Sig (bilateral)	0.551	0.802	0.863	0.378

RPE: Percepción Subjetiva del Esfuerzo.

Existe una correlación positiva en los dos primeros combates, entre la RPE y el peso del judoca. Esta correlación va disminuyendo a medida que se acumulan los combates, perdiéndose dicha significación en el 4º combate.(tabla 3.42)

Tabla 3.42. Correlaciones entre el peso del judoca y la RPE general después de los combates.

		RPE-C1	RPE-C2	RPE-C3	RPE-C4
pesojud	Correlación de Pearson	,790(**)	,678(*)	,572	-,219
	Sig. (bilateral)	,004	,022	,066	,518

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).



DISCUSIÓN

CAPÍTULO 4

DISCUSIÓN.

4.1.-Discusión sobre los datos recogidos relativos a la potencia máxima tanto antes, como después de los combates.

Desde el punto de vista de la dinámica, el trabajo representa la medida de la energía mecánica que se transfiere al sistema por la acción de la fuerza, y la potencia representa la rapidez con que se hace dicho trabajo. Debemos considerar, que los resultados de la magnitud de la potencia van a ser los que se manifiestan como los de mayor eficacia en el tratamiento de la fuerza en cualquier gesto o acción deportiva, ya que esta se constituye en la magnitud de referencia en la relación fuerza- velocidad (González y Gorostiaga, 1995; González y Serna, 2000; Manno, 1990).

Este argumento se consolida con el denominado entrenamiento funcional de la fuerza (Tous, 1999), que busca mejorar la actividad de las unidades motoras de cara a la producción de un óptimo rendimiento muscular (Cometti, 1998).

En este sentido existen pocas referencias sobre la evolución de la potencia del tren inferior en Judo. Como ya se ha descrito, el objetivo de esta investigación ha consistido en medir la evolución de la potencia máxima de las piernas, mediante el

ejercicio de squat 90°, antes y después de sucesivos combates de Judo.

Los judocas del estudio, por su ergogénesis, están encuadrados dentro del grupo de los deportes colectivos y de lucha, según Navarro (1998).

Hirose y col (1998), en un estudio realizado con judocas y lanzadores llegaron a la conclusión de que la fuerza de las piernas de los judocas era significativamente más baja que la de los lanzadores.

Wit y col (1993), observaron que los judocas de élite de ambos sexos, tenían valores mas elevados de fuerza y potencia máxima, en los flexores y extensores de las piernas, que los publicados para atletas de resistencia y más bajos que los velocistas, además, respecto a los extensores de las piernas, los judocas tienen un perfil característico de fuerza isométrica (Frings-Dresen y col, 1987).

En cuanto a la fuerza del tren inferior, los judocas del estudio podríamos encuadrarlos de nivel nacional, como indican Hakkinen y Farregud (1991).

Según los resultados expuestos en la tabla 3.1 y la figura 3.1, la PMA antes de los combates oscila entre $1969,70 \pm 439,18$ vatios del primero, y los $1917,80 \pm 275,92$ del cuarto y la PMD de los combates oscila entre los $1821,19 \pm 543,39$ vatios del segundo y los $2013,04 \pm 453,95$ vatios del cuarto.

A pesar de la perdida de potencia después del segundo combate, la prueba de efectos intrasujetos nos muestra, que no existen diferencias significativas en la potencia

de los judocas entre los cuatro combates ($P>0.05$), y además, no existe diferencia significativa entre la potencia antes y después, tanto en general ($P>0.05$), como en cada combate ($P>0.05$) (Tabla 3.2).

Los judocas se encuentran más cerca de los atletas de resistencia en fatiga general de potencia de las piernas, que los atletas de fuerza-velocidad, ya que no se produce un empeoramiento en la producción, ni de fuerza máxima, ni de potencia (Bigland-Ritchie y col, 1984), con la fatiga generada por los combates, lo que apoya la tesis de que los componentes neuromusculares y energéticos del entrenamiento deben ser específicos.

Podemos deducir, comparando nuestro trabajo con el de Linnamo, Hakkinen y Komi (1998), que los judocas, para el tren inferior, utilizan ejercicios de fuerza explosiva y de potencia, que son los que menos fatiga originan y los que necesitan menos tiempo para su recuperación, en comparación con los de fuerza máxima, confirmando los resultados encontrados por nosotros (tabla 3.3), de que existe buena correlación entre la potencia antes y después de cada combate.

A pesar de que algunos autores sugieren que la excesiva concentración de hidrogeniones esta relacionada con el detrimento del rendimiento deportivo (Ahmaidi, 1996; Hogan, 1984; Karlsson, 1975; Yates, 1983; Weltman, 1977; Bogdanis, 1994; Klausen, 1972 y Wilmore y col, 2004), en nuestro estudio no existe correlación entre la potencia máxima después de los combates y la concentración de ácido láctico obtenida (tabla 3.4), al igual que indica Bosco y col (1983), que no encontró correlación entre la potencia mecánica de un test de 60 segundos de saltos y la concentración de lactato.

Smilo (1994) indica que la potencia de piernas decrece proporcionalmente al incremento de la fatiga, lo que indica, que al no encontrarse en nuestro estudio un decremento de la potencia de las piernas, los judocas no se ven afectados por la fatiga en el tren inferior. Comparando los datos de nuestro estudio con los de Linnamo (1997 y 1998) y Bosco (1989), podemos afirmar que los judocas tienen suficiente tiempo de regeneración entre una acción de fuerza explosiva y otra durante los combates, como para que no exista fatiga, ya que según Linnamo y col (1997), la fatiga con carga de tipo explosivo se produce a nivel central y se traduce en una disminución de la producción de fuerza explosiva.

Viitasalo y col (1993) estudiaron la fatiga de la fuerza reactiva en jugadores de voleibol, a los que midieron la actividad eléctrica muscular y las fuerzas de reacción, después de realizar 45 segundos de saltos sobre vallas de 65 cm, los resultaron demostraron con claridad, que los efectos de la fatiga actúan de forma directa sobre la fase concéntrica de la acción de salto, no sufriendo grandes variaciones el resto de las fases. Esta conclusión no concuerda con los resultados de nuestro estudio, donde medimos la potencia en la fase concéntrica del squat a 90°, no encontrándose diferencias en esta fase por el efecto de los combates.

Podemos concluir, que la potencia de las piernas, medidas tanto antes como después de los combates, tanto en general, como en cada combate, no muestra diferencias significativas y además no tiene correlación con la concentración máxima de lactato medida después de los combates.

4.2.-Discusión sobre los datos recogidos relativos a la máxima producción de fuerza tanto antes, como después de los combates.

La fuerza explosiva de las piernas se considera un requisito previo para discriminar entre los diferentes deportes (Grossenbacher y col, 1998). En nuestro estudio hemos utilizado el mismo ejercicio, el squat 90°, para medir la fuerza explosiva de las piernas antes y después de los combates, para ello solo tenemos que acudir al panel de la tabla de máximos, a la opción máxima producción de fuerza.

En los resultados descriptivos del grupo, se puede observar, que la máxima producción de fuerza después de los combates (MPFD), es siempre mayor que la máxima producción de fuerza antes de los combates (MPFA) (tabla 3.5), lo que nos lleva a afirmar que no hay pérdida de fuerza de las piernas durante el combate, y por lo tanto, no hay fatiga.

No existen diferencias significativas en la MPF de los judocas, entre los cuatro combates ($P > 0.05$) y no existe diferencia significativa, entre la MPF antes y después, tanto en general ($P > 0.05$), como a lo largo de los 4 combates ($P > 0.05$) (Tabla 3.6).

Los resultados de la MPF, el número de ataques realizados durante los combates ($10,79 \pm 3,62$) y los tiempos entre ataques, nos llevan a la conclusión de que el judoca realiza fundamentalmente ejercicios explosivos con las piernas, que no le generan una pérdida significativa de fuerza. Estos datos coinciden con los de Linnamo y col (1998) que ponen de manifiesto una menor pérdida de fuerza explosiva para las piernas que de fuerza máxima.

No existe correlación entre la MPF antes y después de los combates (tabla 3.7).

No existe correlación entre la MPF después de los combates y la máxima concentración de lactato después de los combates (tabla 3.8).

Linnamo y col (1998), correlacionan la pérdida de fuerza máxima producida por un entrenamiento con cargas pesadas en las piernas, con la concentración de lactato, produciendo una fatiga local o periférica. Sin embargo, esta correlación no se dio con la fuerza explosiva, produciéndose menos fatiga local, debido a cargas mas bajas y a los cortos periodos de trabajo (Parersson y col, 1985).

Ha sido demostrado que la fatiga, después de ejercicios pesados de resistencia, depende del tipo de carga (Komi y col, 1997) de la cantidad de carga (Hakkinen y col, 1988; Tesch y col, 1989 y Hakkinen, 1993), la composición de fibras lentas y rápidas del músculo esquelético (Thorstensson y col, 1976; Kroll y col, 1986 y Viitasalo y col, 1981) y la especificidad del entrenamiento (Hakkinen y col, 1990).

Durante el entrenamiento con cargas pesadas, la actividad eléctrica del músculo decrece (Komi y col, 1974; Hakkinen y col, 1993 y 1994), sin embargo la actividad eléctrica del músculo puede, momentáneamente, incrementarse durante la repetición de contracciones máximas (Biggland-Ritchie y col, 1986).

La concentración de lactato después del ejercicio, esta relacionado con el tipo y la magnitud de la carga (Kraemer y col, 1987; Häkkinen y col, 1988; Häkkinen, 1994), así como con la duracion del trabajo y los periodos de descanso (Pattersson y col, 1985).

Las cargas utilizadas en los ejercicios de fuerza explosiva son mas bajas, que en los de fuerza máxima, pero la velocidad de contracción es máxima, durante la repetición de los ejercicios. Además a alta velocidad, el trabajo total y la duracion de la activación, es más baja que en los ejercicios con cargas pesadas. La potencia sin embargo, puede ser más alta.

Artioli y col (2005), no encontraron influencia significativa entre la concentración de lactato y el rendimiento en un test específico de Judo, Cinar y col (1994), no encontraron relación entre la concentración de lactato y el rendimiento en un torneo de lucha libre olímpica.

Como conclusión podemos decir que no hay pérdida de fuerza explosiva en las piernas por efecto del combate. La diferencia entre la MPF antes de los combates, con respecto a la de después no es significativa y la MPFD de los combates no esta relacionada con la concentración máxima de lactato.

4.3.-Discusión sobre los datos recogidos relativos a la velocidad gestual del squat 90° antes y después de los combates y el tiempo de realización.

En la tabla 3.9 y la figura 3.3, se observa que la velocidad con la que los judocas realizan el ejercicio de squat 90°, tanto antes como después de los combates, oscila entre $1,15 \pm 0,12$ m/s, antes y $1,07 \pm 0,16$ m/s, después del segundo combate.

El análisis de los datos nos muestra que no existen diferencias significativas en

la velocidad del ejercicio de squat 90°, entre los cuatro combates ($P>0.05$) y además, no existe diferencia significativa entre la velocidad, antes y después, tanto en general ($P>0.05$), como a lo largo de los 4 combates ($P>0.05$) (tabla 3.10).

Los coeficientes de de variación, son relativamente pequeños (todos menores del 15%), lo que nos lleva a afirmar que existe estabilidad de la velocidad en el ejercicio de squat 90° (Tabla 3.11).

No hemos encontrado diferencias significativas en la velocidad de realización del ejercicio de squat 90°, realizado antes y después de los combates. Szygula y col (2003) indican que la fatiga causa una pérdida de efectividad en el trabajo y un descenso en la velocidad del movimiento, por tanto podemos deducir que no existe fatiga en las piernas de los judocas ni antes, ni después de de los sucesivos combates.

Comparando los valores de la velocidad con la que los judocas realizan el squat 90°, tanto antes, como después de los combates ($1,15 \pm 0,12$ y $1,07 \pm 0,16$ m/s) y los del test incremental ($1,13 \pm 0,79$ m/s) (tabla 3.12), la prueba de efectos intrasujetos nos muestra que no existen diferencias significativas entre la velocidad de los judocas medida antes y después de los combates y la medida en el test ($P>0.05$) (tabla 3.13).

Izquierdo y col (2002), encontraron valores similares para la velocidad con que desarrollan la potencia máxima los halterofilos (deporte de fuerza velocidad), con el ejercicio de squat 90°, ($1,06 \pm 0,09$ m/s).

La velocidad con que desarrollan la potencia máxima los judocas, es superior a

la de los jugadores de balonmano ($0,96 \pm 0,08$ m/s), a la de los ciclistas y corredores de medio fondo ($0,75 \pm 0,08$ y $0,72 \pm 0,09$).

El tiempo de ejecución del squat 90° , por parte de los judocas, tanto en el test, como antes y después de los combates, es de $495,28 \pm 58,07$ ms (tabla 3.14), prácticamente igual que el encontrado por Bosco y col (1996), para deportistas de potencia, (518 ms), lo que respalda la idea de que los ejercicios de squat 90° , realizados tanto en el test, como antes y después de los combates se ejecutaron con elevadas tensiones iniciales, puesto que el tiempo total de trabajo se sitúa en torno a los 500 ms.

Los judocas tienen una velocidad gestual y un tiempo de ejecución similar a los deportistas de potencia.

4.4.-Discusión sobre los datos recogidos relativos a la carga óptima de trabajo con la que los judocas desarrollan la potencia máxima.

Los judocas de nuestro estudio consiguen su potencia máxima con un alto porcentaje de su 1RM ($70,31 \pm 9,94\%$) (Tabla 3.15), coincidiendo con Baker y Nance (2001).

La máxima producción de potencia se consigue con resistencias del 10 al 80% dependiendo de la naturaleza del ejercicio (parte superior e inferior del cuerpo, simple o complejo, tradicional explosivo, etc.), la experiencia en el entrenamiento del atleta, el nivel de este y el momento dentro del ciclo anual de entrenamiento, (Newton, 2001;

Baker, 2001; Garhammer, 1993; Moss y col, 1997; Newton y col, 2002; Stone y col, 2003; Thomas, M. y col, 1996).

En los estudios sobre el tren inferior, Siegel y col (2002), en un trabajo realizado con universitarios, observó que la potencia máxima se consigue con una carga que está entre el 50 y 70% de su 1RM, sin embargo Izquierdo y col (2002) en un estudio realizado a distintos grupos de deportistas, encontró que la potencia máxima se consigue con un porcentaje entre el 45 y 60% de su 1RM, lo que indica que la carga óptima de trabajo, es específica de cada deporte y ejercicio (Mcbrige y col, 1999).

4.5.-Discusión sobre los datos recogidos relativos a las correlaciones entre variables.

Del análisis de los datos se deduce que existe una buena correlación entre 1RM (la carga máxima en kilos) y la carga óptima ($r= 0.76$ $p<0.01$) (tabla 3.16). Nuestros datos coinciden con los de Stone y col (2003).

Otros investigadores indican que la influencia de la máxima fuerza sobre la producción de potencia, disminuye cuando la carga exterior disminuye, (Moss, 1997 y Schmidbleicher, 1992), esto nos lleva a suponer que existe una alta correlación entre la potencia y la fuerza máxima en Judo, ya que la carga exterior que tiene que vencer es alta (el peso de uke).

La carga óptima esta relacionada con la potencia máxima desarrollada, tanto antes, como después de los combates, dando muy significativa con la potencia máxima

antes (PMA) y significativa con las de después (PMD) (tabla 3.17).

La carga óptima no esta relacionada con la máxima producción de fuerza desarrollada, tanto antes, como después de los combates, solo da una correlación muy significativa antes del 1^{er} y 2^o combate (tabla 3.18).

La 1RM no correlaciona con la potencia desarrollada en diferentes combates, sólo con la PM antes del 1^o, 2^o y 4^o combate y con la PM después del 4^o combate (tabla 3.19).

En nuestro estudio, los sujetos llevan entrenando Judo mas de ocho años, y su potencia máxima la manifiestan en un alto porcentaje de su 1RM ($70.31 \pm 9,94\%$), en esto coincidimos con los estudios de: Baker, D. A, 2001; Baker, D. 2001; Baker, D., Nance y Moore, 2001; Cronin y col, 2001; Izquierdo y col, 2001; Izquierdo y col, 2002; Rahmani y col, 2001; Siegel y col, 2002 y Thomas y col, 1996. De estos resultados deducimos, que aquellos estudios que han utilizado sujetos entrenados y ejercicios multiarticulares de piernas, como el nuestro, tienden a porcentajes más altos (30 -70% de 1RM) para la máxima manifestación de potencia mecánica, aunque este no es siempre el caso como concluyen Stoney col (2003) en su estudio.

VARIABLES DE CONTROL.

Los datos obtenidos en el análisis del tratamiento empleado para la obtención de los datos muestran que la estructura temporal, acúmulo y aclaramiento de lactato antes y después de los combates, la frecuencia cardíaca (FC) durante los combates y la

percepción subjetiva del esfuerzo (RPE), son similares a los que muestran la bibliografía para las competiciones de Judo.

4.6.-Discusión sobre los datos recogidos relativos a la estructura temporal de los combates.

En la tabla 3.20 se observa un incremento de la media del número de pausas del minuto 1 al 2, (de 2.33 ± 0.76 a 3.46 ± 1.02 pausas), manteniéndose prácticamente estable a partir de este minuto, hasta el minuto 5 (3.67 ± 1.04 pausas). En esto coincidimos con Monteiro (1995), que encontró en el Campeonato de Europa Junior del 94, un incremento de la media del número de pausas desde 2.2 en el minuto uno, a 3 en el minuto cinco.

En nuestro estudio el número total de pausas durante los combates fue de 16.58 ± 3.45 muy superior al encontrado por Monteiro (1995), Casterlanas y Planas (1997), Sterkowicz y Maslej (1998), Bonitch (2005), debido a que en estos estudios hay un alto porcentaje de combates que terminan antes del tiempo reglamentario, no así en nuestro estudio, que en que todos los combates se obligaban a terminar al final de los 5 minutos reglamentarios, mediante una alteración de las reglas de arbitraje.

En la tabla 3.21 y en la figura 3.5 se observa que el tiempo total de pausa (TPA) por UTE se incrementa del minuto 1 al 5 de combate (de 38.41 ± 10.53 s a 66.87 ± 35.00 s), manteniéndose prácticamente constante en los minutos 3 y 4. Coincidimos con los estudios de Monteiro (1995) y Bonitch (2005), pues el tiempo total de pausa por cada UTE se va incrementando de la UTE1 a la UTE5. Los tiempos totales de pausa en

cada UTE, son similares a los de Bonitch (2005), e inferiores a los de Monteiro (1995). Sin embargo los tiempos de trabajo por UTE (TTR) se mantienen prácticamente iguales de 40.08 ± 6.94 s en el minuto 1, a 44.87 ± 8.67 s en el minuto 5, siendo superiores a los encontrados por Monteiro (1995), que también se mantienen muy estables durante las distintas UTEs.

Los tiempos totales de trabajo, incluyendo los combates que acaban al final del tiempo reglamentario y los que acaban antes, oscila entre los 2 minutos 24 segundos encontrados por Bonitch y col (2005) en el Campeonato de Andalucía 2003 y los 3 minutos 6 segundos de Sterkowicz y col (1998) en Atlanta '96. En nuestro estudio, el tiempo total de trabajo fue de 3 minutos y 31 segundos ± 30.95 s, siendo mayor que en los estudios reseñados anteriormente, debido a la mayor duración de los combates.

Los tiempos totales de descanso, incluyendo los combates que acaban al final del tiempo reglamentario y los que acaban antes, oscilan entre 1 minuto y 1 segundo de Sterkowicz y col (1998) y los 2 minutos y 6 segundos encontrados por Bonitch y col (2005). El tiempo total de pausa durante los combates fue de 4 minutos y 20 segundos $\pm 55,61$ s, siendo este tiempo mucho mayor que el de los estudios precedentes, debido a la mayor duracion de los combates.

En la tabla 3.22 y en la figura 3.6 se observa que los tiempos de cada secuencia de trabajo se mantienen estables durante el combate, excepto en el minuto 1, siendo la media del tiempo de cada secuencia de trabajo en el total del combate de 10.80 ± 7.06 s, inferior al de los encontrados por Monteiro (1995), Casterlanas y Planas (1997) y Sterkowicz y Maslej (1998), que oscilan entre los 18 y 25 segundos.

Sin embargo los tiempos por cada secuencia de pausa, aumentan a lo largo del combate, excepto en el minuto 4, igual que lo encontrado por Monteiro (1995). La media de la secuencia de pausa en el total de los combates es de $13.70 \pm 9.58s$, igual que la encontrada por Monteiro (1995), Casterlanas y Planas (1997) y Sikosrki y col (1987) y superior a la encontrada por Sterkowicz y col (1998).

4.7.- Discusión sobre los datos recogidos relativos a las concentraciones de lactato antes y después de los combates y del test incremental.

Observando la estructura temporal del combate, el Judo se caracteriza por varias series de esfuerzo de entre 15 y 30 segundos de duración, con intervalo de descanso entre ellos de 10 a 15 segundos (Castarlena y Planas, 1997; Monteiro y col, 2001; Bonitch J y Bonitch J G, 2005).

Al ser estos esfuerzos muy intensos y los intervalos de descanso no ser suficientemente largos, la resíntesis del ATP por la vía oxidativa es inviable, y los esfuerzos se hacen dependientes de la vía glucolítica (Tabata y col, 1997; Kraemer y col, 1987).

Esta relación de dependencia puede encontrarse en estudios que verifican altas concentraciones de lactato sanguíneo en los judocas después de los combates (Bracht y col, 1982; Callister y col, 1990; Callister y col, 1991; Gringo y col, 1995; Sikosrki y col, 1987; Tumilty y col, 1986).

La concentración en estos estudios oscila entre los 13 y 18 mmol·l⁻¹ (Gorostiaga, 1988; Sijan, 1991; Elbine, 1991; Amorin, 1996; Carter, 1999; Franchini y col, 2003).

4.7.1.- Discusión sobre los datos recogidos relativos al acúmulo y aclaramiento láctico después del test incremental.

Los resultados descriptivos del grupo se muestran en la tabla 3.23 y la figura 3.7, donde se observa que la concentración de lactato oscila entre $17,12 \pm 3,76$ mmol·l⁻¹ en el minuto 1, a $13,56 \pm 3,56$ en el minuto 14.

Esto supone un aclaramiento de lactato del 20,78% a los 14 min, y un aclaramiento medio por minuto de 0,274 mmol/min, entre el minuto 1 y el 14. Sin embargo, el mayor aclaramiento se da entre el minuto 1 y 3, con un aclaramiento medio de $1,11 \pm 1,55$ mmol/min (Intervalo de confianza al 95%), que da un aclaramiento medio de 0,555 mmol/min.

Aplicando el modelo lineal general para medidas repetidas, la prueba de efectos intrasujetos nos muestra que existen diferencias altamente significativas ($p < 0,001$), en general, respecto a la acumulación de ácido láctico entre los minutos 1, 3, 5, 7, 10, 14 después del test incremental. Ahora bien, teniendo en cuenta como covariable el nivel basal de lactato, dichas diferencias dan significativas sólo para un valor $p = 0,017$ (tabla 3.24).

4.7.2.- Discusión sobre los datos recogidos relativos al acúmulo y aclaramiento láctico después de los combates.

Tras el análisis de los resultados de los datos se observa que la concentración de lactato después de los combates, va disminuyendo del combate 1 al 4 (desde $14,87 \pm 4,11$ a $12,60 \pm 3,68$ $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), estos valores concuerdan con los de otros autores que dan valores entre 13 y 18 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Gorostiaga, 1988; Sijan, 1991; Elbine, 1991; Amorin, 1996; Carter, 1999; Franchini y col, 2003) y mayores que los referenciados por Callister y col (1991), para judocas del equipo nacional de Estados Unidos.

Los judocas de nuestro estudio, tienen valores similares a los luchadores de élite coreanos, entre 10 y 13 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Yoon y col, 1994).

La concentración de lactato decrece del minuto 1 al 14, obteniéndose unas concentraciones promedio de lactato, a los 14 minutos de descanso, de $9,62 \pm 3,03$, $8,66 \pm 3,41$, $8,01 \pm 2,54$ y $7,53 \pm 2,70$ $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ en el 1^{er}, 2^o, 3^{er} y 4^o combate respectivamente (tabla 3.25), demostrando que los intervalos de descanso de 14 minutos entre los combates, es insuficiente para la recuperación metabólica completa de los judocas como afirma Cavazani y col (1991), ya que el nivel de lactato después del combate, depende del nivel de lactato antes del combate y por tanto, de su recuperación (Thomas y col, 1990).

Aplicando el modelo lineal general para medidas repetidas, en la tabla 3.26 y en la figura 3.8, se presenta la prueba de efectos intrasujetos, que nos muestra, que el factor combate da resultados significativos ($p=0,027$) y que también existen diferencias

significativas en la acumulación de ácido láctico entre los minutos 1, 3, 5, 7, 10 y 14 después de los combates ($p=0,000$), sin embargo la interacción entre combate y minutos no da significativa ($p=0,446$).

Las concentraciones máximas de lactato después de los combates y después del test incremental se dan en el minuto uno, igual que encuentran Franchini y col (1999), para judocas masculinos después de un combate. La media de la concentración máxima de lactato (primer minuto) después de los combates, no da diferencias significativas ($p=0,144$) entre el 1º y 4º combate (tabla 3.27).

4.7.3.- Discusión sobre los datos relativos al acúmulo y aclaramiento láctico entre los minutos 1 y 3 después de los combates y del test incremental.

Los resultados descriptivos del grupo se muestran en la tabla 3.28.

Tras el análisis de los resultados se observa, que la media de la diferencia de la concentración de lactato entre el minuto 1 y 3, es similar en el test incremental ($1.11 \pm 1.55 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) y después de los combates 1 y 4 (1.02 ± 1.25 y $0.95 \pm 0,99 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), sin embargo esa media es mayor en los combates 2º y 3º (1.79 ± 2.02 y $1.57 \pm 0.96 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$).

En la tabla 3.29, se observa que no existen diferencias significativas, de las medias de las concentraciones de lactato entre el minuto 1 y 3 después del test

incremental con respecto a la de los combates, ni existen diferencias significativas entre las medias de los combates entre sí ($p=0,620$).

Sanchis y col (1991), no encuentran diferencias significativas en la concentración de lactato tras un combate de Judo, con respecto a un test en cicloergómetro de 5 minutos de esfuerzos supramaximales intermitentes.

En nuestro estudio la media de aclaramiento de lactato en los 2 primeros minutos, es de 0,69 mmol/min.

En la realización de un test de simulación competitiva de 5 minutos de duración (*Coptest*, García, 2004), se alcanzan valores de aclaramiento láctico de 0,91 mmol \cdot l $^{-1}$ para los judocas expertos y de 0,66 mmol \cdot l $^{-1}$ para judocas novatos (donde se encuentran los registrados en nuestro estudio, 0,69 mmol \cdot l $^{-1}$), relacionándose con los observados por Thomas y col (1990) y por Takenuchi (1998), pero muy superiores a los encontrados por Starbrook (1978), Awazu (1995) y Sterkowicz (1998).

Ebine y Han estiman que unos valores buenos de aclaramiento láctico tras un combate de Judo en el alto rendimiento deportivo, son los que se encuentran entre los 0,70 y 1 mmol \cdot l $^{-1}\cdot$ min $^{-1}$ (citados por García, en su tesis doctoral, 2005).

Cinar y Tamer (1994) analizaron el perfil de lactato de luchadores durante una competición y verificaron que no hay relación entre la concentración de lactato y el resultado final del combate de las luchas o del torneo.

Específicamente con Judo, Franchini (2001) investigo los efectos del aclaramiento láctico en un descanso activo, con el rendimiento en el combate de Judo.

Este autor no encontró aumento sobre el rendimiento debido a la disminución del lactato.

Los resultados muestran que la concentración sanguínea de lactato no tiene una influencia significativa relacionada con el rendimiento de judo.

4.7.4.- Discusión sobre la varianza de los niveles de lactato entre los minutos 1 y 14 después de los combates y del test incremental.

En la tabla 3.30 se presenta en tantos por cientos la varianza de la concentración de lactato, después de los combates y del test incremental, entre los minutos 1 y 14. El tanto por ciento de disminución de lactato es menor en el test incremental (16,98%), que en los combates (entre 35,29% del combate 1º y 41,42 % del combate 2º).

Franchini y col (1999), encontraron que la concentración máxima de lactato después de un combate entre judocas masculinos de nivel nacional, disminuía el $45,1 \pm 9,8\%$ después de 15 minutos de descanso.

4.7.5.- Discusión sobre las correlaciones encontradas entre las concentraciones de lactato, de los minutos 1, 3, 5, 7, 10 y 14, después de los combates.

Existe una correlación altamente significativa ($p < 0,001$) entre el pico de lactato, y la concentración de lactato durante el aclaración, minutos 3, 5, 7, 10 y 14 (ver tablas

3.31, 3.32, 3.33 y 3.34).

Existe una correlación significativa ($p < 0,05$) entre la concentración máxima de lactato, después del combate 1, y la de los combates 2, 3 y 4, y altamente significativa ($p < 0,001$), entre la concentración máxima de lactato después del combate 2 con respecto al 3, sin embargo no existe correlación entre la concentración de estos y la del combate 4 (tabla 3.35).

Se da una correlación negativa entre el peso del judoca y la concentración de lactato en los cuatro combates, siendo significativa sólo en el 4º combate ($p < 0,05$) (tabla 3.36). Sanchis y col (1991), no encuentra correlación entre el peso del judoca y la concentración de lactato después de los combates.

4.8.-Discusión sobre los datos relativos a la frecuencia cardiaca.

La frecuencia cardiaca (FC) es uno de los parámetros que empleamos en este estudio para cuantificar la carga de trabajo durante la competición y ver si estos valores son similares a los encontrados en otros estudios.

La FC es uno de los indicadores de esfuerzo que más fácilmente podemos medir, no obstante, debemos señalar que si bien es cierto que existen instrumentos de registro que permiten una medición fiable de este parámetro, su análisis durante las competiciones oficiales tiene una serie de dificultades impuestas por el reglamento. En nuestro estudio, se monitorizó a los sujetos tomando las medidas de seguridad oportunas.

Aunque la FC, como parámetro aislado, no es suficiente para cuantificar la intensidad de una actividad física, nos puede dar indicaciones importantes sobre la misma, no obstante, en nuestro estudio medimos otros parámetros como la estructura temporal, la RPE y la concentración de lactato, que nos ayudaron a cuantificar la intensidad del combate.

Realizamos un estudio preliminar (2005) para determinar la magnitud de la FC durante el combate, monitorizando a 8 judocas durante una competición internacional.

En este estudio, la FC registrada al comienzo y durante los combates realizados fue de 151 ± 11 y 181 ± 23 lpm respectivamente, encontrándose ambos valores por encima del umbral aeróbico y anaeróbico determinados durante los test incrementales, que fueron de $63,85 \pm 6,14$ ml, a un 79,32 % del VO_2 máx. o de 145 ± 10 y 174 ± 9 lpm respectivamente.

En este estudio se pone de manifiesto que durante los tiempos muertos la FC del judoca apenas varía. Finalmente, los resultados obtenidos en el comportamiento de la FC antes y durante los combates (por encima del VT1) corroboran que el Judo es un deporte eminentemente anaeróbico, con valores superiores a los encontrados para los deportes de equipo (fútbol sala, baloncesto y balonmano).

Sanchis y col (1991), en un estudio realizado en una competición regional de Judo, obtuvo una FC media después de los combates de $172,35 \pm 16,33$ lpm, con un valor mínimo de 143 y un valor máximo de 198 lpm.

Callister y col (1991), en un estudio realizado al equipo nacional de Judo de E.E.U.U., observó que la FC de los judocas masculinos después de 3-7 combates, fue de 185 ± 4 lpm, cercana a la FC máxima de estos judocas.

Thomas y col (1990), encontraron que las curvas de FC se dan en meseta, con valores que oscilan entre el 85-90% de la FC máx.

Bosco y col (1992), relacionaron la contribución de los sistemas metabólicos que intervienen en las distintas velocidades con los índices fisiológicos. En relación a la frecuencia cardiaca afirman que, una frecuencia entre 150 y 200 lpm se encuentra ubicada entre la zona mixta (zona de VO_2 máx) y la zona anaeróbica láctica y aláctica.

En el caso del Judo, al darse estos niveles de FC en los combates, podemos afirmar que las vías de obtención de energía son la oxidativa, cercana al 100% del VO_2 máx. y la anaeróbica láctica y aláctica.

En nuestro estudio los resultados descriptivos del grupo se muestran en la tabla 3.37 y la figura 3.10. Tras el análisis de los resultados, se observa que la media de la frecuencia cardiaca de los sucesivos combates, no varía significativamente ($p=0,067$) y oscila entre $179 \pm 13,72$ y $188 \pm 8,02$ lpm.

Aplicando el modelo lineal general para medidas repetidas, la prueba de efectos intrasujetos nos muestra que no existen diferencias significativas entre las medias de las frecuencias cardiacas durante los combates ($p=0,067$) (tabla 3.38).

Como consecuencia, y pese al carácter intermitente de los esfuerzos en Judo, frecuencias cardíacas medias tan altas, superiores a las de los deportes colectivos, indican elevadas exigencias del componente cardiovascular requerido por la competición. Esta importante sollicitación y sobrecarga del sistema cardiovascular es necesaria para desarrollar un tipo de prestación intermitente de elevada intensidad y de una duración media de entre 7 y 8 minutos, a través de un soporte metabólico mixto.

Al relacionar la FC media de cada judoca en los combates, con su FC máxima individual, observamos que en la competición de Judo se esta, la mayor parte del tiempo, cercano al 90% de la FC máxima.

Durante los combates se obtienen muchas veces valores cercanos a la FC máxima alcanzada en el test incremental, llegando incluso a sobrepasarla.

Esta valoración nos lleva de nuevo a considerar la poderosa contribución del metabolismo anaeróbico en la competición de Judo, pero al final de este, prevalece el metabolismo aeróbico (Muramatsu, 1994; Tabata, 1997). Aún así, se producirá una intervención acoplada de los metabolismos y la intensidad.

4.9.-Discusión sobre los datos relativos a la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE).

Los resultados descriptivos del grupo se muestran en la tabla 3.39 y la figura 3.11.

Tras su análisis se observa que la media de RPE de los sucesivos combates no varía significativamente ($p=0,236$) y que oscila entre $15,82 \pm 1,45$ y $17,09 \pm 2,23$, lo que indica que están por encima del valor de RPE que algunos autores asocian con el de umbral anaeróbico, que está entre 10 y 13 para Hetzler y col (1991) y Stoudemire y col (1996), y entre 12 y 13 para Feriche y col (1998).

Aplicando el modelo lineal general para medidas repetidas, la prueba de efectos intrasujetos nos muestra que no existen diferencias significativas entre la RPE después de los combates, ($p=0,236$) (tabla 3.40). Nosotros encontramos, en un estudio realizado en el 2005 durante una competición internacional de Judo, una RPE media después de los combates de 12.12 ± 3.86 .

Franchini y col (1998), en un estudio realizado con deportistas de la categoría junior, observó que el grado de fatiga, según la escala de Borg, de estos judocas después de 3 combates fue de 17 ± 1 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$.

Una forma de determinar, de manera no invasiva, la intensidad del ejercicio correspondiente a una transición aeróbico-anaeróbico, es la RPE durante un trabajo incremental (Boutcher y col, 1989; Sed y col, 1994), mientras que otras investigaciones han mostrado relación entre la RPE y la respuesta del lactato en sangre durante el ejercicio (Boutcher y col, 1989; Steed y col, 1994; Haskvitz y col, 1992; Green y col, 2003). Desde un punto de vista práctico, la mayoría de los estudios asocian un valor de entre 10 y 13 al umbral láctico (Hetzler y col, 1991; Stoudemire y col, 1996).

4.10.- Discusión sobre correlaciones encontradas entre las variables para el control del esfuerzo.

No existe correlación significativa entre la RPE central después de los combates y la concentración de lactato máxima después de los combates (ver tabla 3.41). Serrano y col (2001), no encontraron correlación entre la concentración de lactato referida al último combate y la RPE. Franchini y col (1998), encontraron una correlación significativa entre la RPE y la concentración máxima de lactato después de 3-4 combates, de 4 minutos de duración a tiempo total.

Existe una correlación positiva en los dos primeros combates, entre la RPE y el peso del judoka, esta correlación va disminuyendo a medida que se acumulan los combates, perdiéndose dicha significación en el 4º combate (tabla 3.42).



CONCLUSIONES

CAPÍTULO 5

C

ONCLUSIONES.

- ✍ No existe pérdida de potencia máxima de las piernas después de sucesivos combates de Judo.

- ✍ No existe disminución en la máxima producción de fuerza después de sucesivos combates de Judo. No hay pérdida de fuerza explosiva en las piernas por efecto de los combates.

- ✍ No existe correlación entre la potencia máxima de las piernas, con la máxima concentración de lactato después de los combates.

- ✍ No existe correlación entre la máxima producción de fuerza y la máxima concentración de lactato después de los combates.

- ✍ La máxima producción de fuerza es siempre mayor después de los combates.

- ✍ Existe una buena correlación entre la potencia máxima, antes y después de cada combate.

- ✍ No existe correlación entre la máxima producción de fuerza antes y después de los combates.

- ✍ El isocontrol dinámico se ha manifestado como un instrumental válido y fiable para medir la potencia máxima y la máxima producción de fuerza en el tren inferior.



BIBLIOGRAFIA

 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Abdessement, D., Duche, P., Hautier, C., Poumarat, G., y Bedu, M. (1999). Effect of recovery duration on muscular power and blood lactate during the bench press exercise. *Int J. Sports Med*, 20(6), 368-73.
2. Ahmaidi, S., Granier, P., Taoutaou, Z., Mercier, J., Dubouchaud, H., y Prefaut, C. (1996). Effects of active recovery on plasma lactate and anaerobic power following repeated intense exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 28, 450-6.
3. Amorim, A.R., Gringo, A., y Kokubun, E. (1995). Efeitos do treinamento aerobio e anaerobio em adolescentes judocas. En: Simpósio Paulista de Educação Física (pp. 92). Rio Claro, Brasil. Laboratorio de Biodinámica, Dto de Educ. Fisc. I.B. UNESP.
4. Arruza, J., Alzate, R., y Valencia, J. (1996). Esfuerzo percibido y frecuencia cardiaca: el control de la intensidad de los esfuerzos en el entrenamiento de judo. *Revista de Psicología del Deporte*, 9, 29-40.
5. Astrand, P.O. y Rodhal, K. (1997). *Textbook of work Physiology*. Mc Graw-Hill Inc.
6. Baker, D. (2001). A series of studies on the training of high-intensity muscle power in rugby league football players. *J. Strength Cond. Res.* 15,198–209.

7. Baker, D. (2001). Acute and long-term power responses to power training: Observations on the training of an elite power athlete. *Strength Cond. J.* 23, 47–56.
8. Baker, D. (2001). Comparison of upper-body strength and power between professional and college-aged rugby league players. *J. Strength Cond. Res.* 15, 30–35.
9. Baker, D., Nance, S., y Moore, M. (2001). The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes. *J. Strength Cond. Res.* 15, 92–97.
10. Baker, D., Nance, S., y Moore, M. (2001). The load that maximizes the average mechanical power output during explosive bench throws in highly trained athletes. *J. Strength Cond. Res.* 15, 20–24.
11. Bigland-Ritchie, B. y Woods, J.J. (1984). Changes in muscle properties and neural control during human muscular fatigue. *Muscle Nerve*, 7, 691-699.
12. Bogdanis, G.C., Nevill M.E., y Lakomy H.K.A (1994). Effects of previous dynamic arm exercise on power output during repeated maximal spring cycling. *J Sports Sci*, 12, 363-70.
13. Bonitch, J., Ramirez, J., Femia, P., Feriche, B., y Padial, P. (2005). Validating the relation between heart rate and perceived exertion in a judo competition. *MED SPORT*, 58, 23-8.
14. Bonitch, J. G. (2004, Junio). *Estructura temporal de los combates de Judo del Campeonato de Andalucía Senior 2003*. III Seminario del Judo Andaluz. Fanjyda, Cádiz, España.
15. Books, G.A. (2001). Lactate doesn't necessarily cause fatigue: ¿why are we surprised? *J. Physiol*, 536-1.

-
16. Borg, G. (1998) .Borg's perceived exertion and pain scales. *Champaign: Human kinetics*.
 17. Bosco, C., y Komi, P.V. (1979). Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscle. *Eur. J. Appl. Physiol.* 41, 275-284.
 18. Bosco, C., y Luhtanen, P. (1992) .Fisiología e Biomecánica applicata al Calcio. Roma : Societá Stampa Sportiva.
 19. Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular. Aspectos metodológicos*. (1ª ed.) Barcelona: INDE Publicaciones.
 20. Bracht, V.; Moreira, N.; y Umeda, O. (1982). Efecto de lutas sucessivas sobre o nivel de ácido láctico sanguíneo do judocas. *Revista E. Física*, 3, 25-28.
 21. Bret, C., Rahmani, A., Dufour, B., Messonnier, L., y Lacour, J.R. (2002). Leg strength and stiffness as ability factors in 100 sprint running. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42, 3.
 22. Callister R, Callister RJ, Staron RS, Fleck SJ, Tesch P, y Dudley GA. (1991). Physiological characteristics of elite judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 12, 196-203.
 23. Callister, R., Fleck, S.J., y Dudley, G.A. (1990). Physiological and performance responses to overtraining in elite judo athletes. *Medicine and science in sport and exercise*, 22, 816-824.
 24. Castarlenas, J.L., y Planas, A. (1997). Estudio de la estructura temporal del combate de judo. *Apunts Educ. Física Deportes*, 47, 32-9.
 25. Cavazani, R.N. (1991). Blood lactate before and after successive judo matches. *Rio Claro, Universidade Estadual Paulista*. 1-30.
 26. Cometti, G. (1998). *Los métodos modernos de musculación*. (1ª. Ed.). Barcelona: Paidotribo.

-
27. Costill, D.L., y Fox, E.L. (1969). Energetics of marathon running. *Med. Sci. Sports*. 1, 81-86.
 28. Coyle, E.F., Costill, D.L., y Lesmes, G.R. (1979). Leg extension power and muscle fiber composition. *Med. Sci. Sports*. 11, 12–15..
 29. Cronin, J., McNair, P.J. y Marshall, R.M. (2001). Developing explosive power: A comparison of technique and training. *J. Sci. Med. Sport*. 4, 59–70.
 30. Davies, C.T. M., y Thompson, M.W. (1979). Aerobic Performance of female maratón and male ultramaraton athletes. *Eur. J. Appl. Physiol*, 41, 233-245.
 31. Degoutte, F., Jouanel, P., y Filaire, E. (2003). Energy Demands during a judo match and recovery. *Br J. Sports Medicine*, 37, 245-249.
 32. Dishman, R.K., Patton, R.W., Smith, J., Weinberg, R., y Jackson, A. (1987). Using Perceived Exertion to prescribe and monitor exercise training heart rate. *Internacional Journal of Sports Medicine*, 8, 208-213.
 33. Dopico, J. (1998). Estudio sobre la relación entre la lateralidad morfológica y la lateralidad funcional en la ejecución de habilidades específicas de Judo. Tesis doctoral, Universidade Da Coruña, Da Coruña, España.
 34. Ebine, K., Yoneda, I., y Hase, H. (1991). Physiological characteristics of exercise and findings of laboratory tests in Japanese elite judo athletes. *Medicine Sport*, 65, 73-9
 35. Faulkner, J.A., Claflin, D.R. y McCully, K.K. (1986). Power output of fast and slow fibers from human skeletal muscles. *Human Muscle Power*. N.L. Jones, N.M. McCartney, and A. J. McComas, eds. Champaign, IL: Human Kinetics, 81–94.
 36. Feriche, B., Vaquero, A.F., Ruiz, M.P., Lucia, A. y Chicharro, J.L. (1998). The use of a fixed value of RPE during a ramp protocol: Comparison with the

-
- ventilatory threshold. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 38(1), 35-38.
37. Foster, C. M., Green, M.A. Zinder, A.N., y Thompson, N. (1993). Physiological response during simulated competition. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 25, 877-882.
38. Franchini, E., Taniko, M.Y., Nakamura, F.Y., Matsushigue, A. K. y Peduti Dal`molin M.A. (2003). Effects of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task. *J Sports Med Phys Fitness*, 43, 424-31.
39. Franchini, E., Nakamura, F.Y., Taniko, M.Y., y Peduti Dal`molin M.A. (2001). Effect of recovery type after a Judo combat on blood lactate and on anaerobic performance. *Corpoconsciencia*, 7, 23-39.
40. Frings-Dresen, M., Eterradosi, J., y Favre-Juvin, A. (1998). Máximum aerobic capacity, anaerobic capacity and isometric muscle strength in alpine skiers, cross-country skiers and judokas. *Medicine du Sport*, 61 (2).
41. García, J.M. (2004). *Análisis diferencial entre los paradigmas experto-novatos en el contexto del alto rendimiento deportivo en Judo*. Tesis Doctoral, Universidad de Castilla la Mancha, Toledo, España.
42. García, J.M. (1996). El COPTTEST. Protocolo específico de Judo para la evaluación del acúmulo de ácido láctico. *Revista de la ANEP. Portugal*, 4-6.
43. Garhammer, J. A. (1993) .Review of power output studies of Olympic and powerlifting: Methodology, performance prediction, and evaluation tests. *J. Strength Cond. Res.* 7, 76–89.
44. Gariod, L., Favre-Juvin, A., Novel, V., Reutenauer, H., Majeau, H., y Rossi, A. (1995). Évaluation du profil énergétique des judokas par spectroscopie RMN du

-
- P³¹ .*Science & Sports*, 10(4), 201-207.
45. González, J.J., y Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de fuerza*. (1ª ed.). Barcelona: INDE Publicaciones.
 46. González, J.J., y Rivas, J. (2002). *Bases de la Programación del entrenamiento de fuerza*. (1ª ed.). Barcelona: INDE Publicaciones.
 47. Gorostiaga, E. M. (1988). Coste energético del combate de judo. *Apunts*, 25, 135-139.
 48. Grossenbacher, A., Bourbaan, P., Held, T., y Marti, A. (1998). Testing of explosive strength with a force platform; results from elite athletes. *Revue suisse de medecine et de traumatologie u sport (Berm)*, 46(4), 150-154.
 49. Haff, G.G., A. Whitley., y Potteiger, J.A. (2001). A brief review: Explosive exercises and sports performance. *Strength Cond. J*, 23, 13–20.
 50. Hakkinen, K., y Komi, P.V. (1983). Alterations of mechanical characteristics of human skeletal muscle during strength training. *European Journal Applied Physiology*, 50, 161-72.
 51. Harris, G.R., Stone, M.H., O'bryant, H.S., Proulx, C.M., y Johnson, R. (2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight training methods. *J. Strength Cond. Res*, 14, 14–20.
 52. Hogan, MC., y Welch, H.G. (1984). Effect of varied lactate level on bicycle ergometer performance. *J Appl Physiol*, 57, 507-13.
 53. Izquierdo, M., Hakkinen, K., Antón, A., Garrues, M., Ibáñez, J., Ruesta, M., y Gorostiaga, E.M. (2001) .Maximal strength and power, endurance performance, and serum hormones in middle-aged and elderly men. *Med. Sci. Sports Exerc*, 33, 1577–1587.
 54. Izquierdo, M., Hakkinen, K., González-Badillo, J. J., Ibáñez, J. y Gorostiaga, E.
-

-
- M. (2002) .Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *Eur. J. Appl. Physiol*, 87, 264–271.
55. Kaneko, M., Iwata S, y Tomioka S. (1978). Studies on the oxigen uptake and heart rate during Judo practice. *Bulletin of the Association for the Scientific studies on Judo.Kodokan, Tokio Japan*, 5, 19-30.
56. Kaneko, M., Fuchimoto, T., Toji, H., y Suei, K. (1983). Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scand. J. Sports Sci*, 5, 50–55.
57. Karlsson, J., Bonde-Petersen, F., Henriksson, J., y Knuttgen, H.G. (1975). Effecs of previous exercise with arms or legs on metabolism and performance in exhaustive exercise. *J Appl Physiol*, 38, 763-7
58. Klausen, K., Knuttgen, H.G., y Foster, H.V. (1972). Effect of pre-existing high blood lactate concentration on maximal exercise performance. *Scan J Clin Lab Invest*, 30, 415-9.
59. Knuttgen, H.G., y Kraemer, W.J. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *J. App.Sports Sci. Res*, 1, 1-10
60. Leger, L., Mercier M., y Gauvin L. (1980).*The relationship between % Vo₂ max and running performance time*. En: Unpublished manuscript. Comunicación personal.
61. Little, N.G. (1991). Physical preformase attributes of junior and senior women, juvenile, juniorand senior men judokas. *J Sports Med Phys Fitness*, 31, 510-20
62. López, J., y Fernández, A. (2001). *Fisiología del Ejercicio*. Madrid: Editorial Médica Panamericana
63. Maramatsu, S., Horiyasu, T., Sato, S.I., Hattori, Y., Ynangisawa, H., Onozawa K

- el al. (1994). The relationship between aeróbic capacity and peak power during intermittent anaerobic exercise of judo athletes. *Bull. Assoc. Sci. Study Judo*, 8, 151-60.
64. McBride, J.M., Triplett-McBride, T., Davie, A., y Newton, R.U. (1999). A comparison of strength and power characteristics between power lifters, Olympic lifters, and sprinters. *J. Strength Cond. Res*, 13, 58–66.
65. Meztger, J.M., y Moss, R.L. (1990). PH modulation of the kinetics of the Ca^{2+} sensitive cross-bridge state transition in mammalian single skeletal muscle fibers.. *Journal Physiol*, 428, 751-764.
66. Monteiro, L.F., Peixoto, L., y Proenca, J. (Jul.2001). *Physical fitness on elite judocas. Medallist and non medallist*. Abstract book. 2nd I.J.F. World Judo Conference. Munich, Alemania.
67. Moss, B.M., Refsnes, P.E., Ablidgaard, A., Nicolaysen, K., y Jensen, J. (1997). Effects of maximal effort strength training with different loads on dynamic strength, cross-sectional area, load-power and load-velocity relationships. *Eur. J. Appl. Physiol*, 75, 193–199. .
68. Nakanishi, H. (1999). *Abstract de las III jornadas internacionales de Judo*. I.A.D. Málaga.
69. Navarro, F. (1998). *La Resistencia*. (1a. ed.). Madrid: Editorial Gymnos.
70. Newton, R.U., Murphy, A.J., Humphries, B.J., Wilson, G.J., Kraemer, W.J., y Hakkinen, K. (1997). Influence of load and stretch shortening cycle on the kinematics, kinetics and muscle activation that occurs during explosive upper-body movements. *Eur. J. Appl. Physiol*, 75, 333–342.
71. Newton, R.U., y Dugan, E. (2002) .Application of strength diagnosis. *Strength Cond. J*, 24, 50–59.

-
72. Newton, R.U., y Kraemer, W.J. (1994). Developing explosive muscular power: Implications for a mixed methods training strategy. *Strength Cond. J*, 16, 20–31.
73. Padial, P. (1994). *Influencia de la reducción del tiempo de apoyo en la eficacia de la aplicación de la fuerza explosiva*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, Granada, España.
74. Padial, P. (1993). El sistema deportista y sus capacidades. *Stadium*, 159, 13-16.
75. Pöhler R. (1998). *Iniciación al Judo*. (1ª. ed.). Barcelona: Hispano Europea.
76. Rahmani, A., Viale, F., Dalleau, G., y Lacour, J.R. (2001). Force/velocity and power/velocity relationships in squat exercise. *Eur. J. Appl. Physio*, 84, 227–232.
77. Rontoyannis, G.P. (1998). Lactate elimination from the blood during active recovery. *Journal Sports Med Phys Fitness*, 28, 115-23.
78. Saltin, B. (1990). Anaerobic capacity: past, present and prospective. En: Taylor AW, Gollnick PD, Green HJ Ianuzzo CD, Nobel EG, Metivier G et al. (Ed), *Biochemistry of exercise*. Champaign: Human Kinetics (pp. 387-412).
79. Sanchis, C., Suay, F., Salvador, A., Llorca, J., y Moro, M. (1991). Una experiencia en la valoración fisiológica de la competición de judo. *Apunts*, 28, 51-58.
80. Schmidtbleicher, D. (1992). Training for power events. En P.V. Komi. (Ed), *Strength and power in sport* (pp. 381-95). Boston, E.E.U.U. : Blackwell Scientific Publications.
81. 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, 1139-1148.
82. Siegel, J. A., Gilders, R.M., Staron, R. S., y Hagerman, F.C. (2002). Human muscle power output during upper- and lower-body exercises. *J. Strength Cond.*

-
- Re*, 16, 173–178.
83. Sikorski, W., Mickiewicz, G., Majle, B., y Laksa, C. (1987). Structure of the contest and work capacity of the judoist. European Judo Union, (Ed), *Proceedings of the international congress on Judo. Spala: European Judo Union*; (pp. 58-65).
84. Sitkowski, D. (2002). Some índices distinguishing Olympic or World Championship medallist. *Biology of Sport*, 19, 133-47.
85. Smilios, I. (1994). Effects of varying levels of muscular fatigue on leg power. Eugene, Ore., Microform Publications, Int'l Institute for Sport and Human Performance, Uni. of Oregon.
86. Stone, M.H., O'bryant, H.S., Mccoy, L., Coglianese, R., Lehmkuh M., y Shilling. B. (2003) .Power and maximum strength relationships during performance of dynamic and static weighted jumps. *J. Strength Cond. Res*, 17, 140–147.
87. Suay, F., Salvador, A., González-Bono, E., Sanchis, C., Martínez, M., Martínez-Sanchis, S., et al. (1999) .Effects of competition and its outcome on serum testosterone, cortisol and prolactin. *Psychoneuroendocrinology*, 24, 551-566.
88. Szygula, Z., Gawronski, W., y Kalinski, M. (2003). Fatigue during exercise. *Medicina Sportiva*, 7, 57-67.
89. Tabata, I., Irisawa, K., Kouzaki, M., Nishimura, K., Ogita, F., y Miyashi, M. (1997). Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. *Med Sci Sports Exerc*, 29, 390-5.
90. Takahashi, R. (1992). Power training for Judo: plyometric trainig with medicine balls. *National Strength and Conditionig Asociación Journal*, 14(2), 66-71.
91. Taylor, AW., y Brassard, L. (1981). A physiological profile of Canadian Judo Team. *J Sport Medicine*, 21, 160-4
92. Thomas, S.G., Cox, M.H., Legal, Y.M., Verde, T.J., y Smith, H.K. (1989).
-

-
- Physiological profiles of the Canadian national judo team. *Can J Sport Sci*, 14, 142-7.
93. Thomas, M., Fiatarone, M.A., y Fielding, R.A. (1996) .Leg power in young women: Relationship to body composition, strength, and function. *Med. Sci. Sports Exer*, 28, 1321–1326.
94. Trotaño, S., Huelin, F., Gutiérrez, A., García, JM., y Sterkowicz, S. (2000). Valoración y relación entre los estados de ánimo, los niveles de lactato, la percepción del esfuerzo y el rendimiento en la competición de judo [versión electrónica]. *Federación Gallega de Judo* 1(1).
95. Tumilty, D., y Hann, A. (1996). A physiological profile of well-trained male judo players, with proposals for training. *Excel Australie*, 4, 12-14.
96. Visser, W. (1999). Endurance build up on basic of techniques. En I.A.D. (Ed.), *II jornadas internacionales de Judo*. Málaga. España.
97. Vittori, C. (1990). El entrenamiento de la fuerza para el sprint. *RED*, 4(3), 2-8.
98. Westerbla, H., Allen, D.G., y Lännergren, J. (2002). Muscle fatigue: lactic acid or inorganic phosphate the major cause?. *N Physiol Sci*, 17, 17-21.
99. Wetman, A., Stamford, B.A., Moffat, R.J., y Katch, V.J. (1977). Exercise recovery, lactate removal, and subsequent high intensity exercise performance. *Res Q*, 48, 786-96.
100. Wilmore, J.H., y Costill, D.L. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. (5ª. Ed.). Barcelona: Paidotribo,.
101. Wilson, G.J., Newton, R.U., Murphy, A.J., y Humphries, B.J. (1993). The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc*, 25, 1279–1286.
102. Wit, A., Trzaskoma, Z., Elias, J., Gajewski, J., y Janiak, J. (1993). Peak torque-

- velocity and power-velocity relationships during the knee joint motion in male and female judoists. *Biology of sport*, 10(4), 257-266.
103. Yates, J.W., Gadden, B., y Cressanta, M.K. (1983). Effects of prior dynamic leg exercise on static effort of the elbow flexors. *J Appl Physiol*, 55, 891-6.
104. Yoon, J.R., Bang, D.D., y Jun, H.S. (1994). The development of sparring types for élite Korean national wrestlers. *Korean J Sports Sci*, 5(2), 15-24.
105. Zatsiorsky, V. (1995). *Science and Practice of Strength Training*. HumanKinetics. Champaign IL.



ANEXOS
