

*Tesis doctoral*

# EVOLUCIÓN DE LA FUERZA MUSCULAR DEL TREN SUPERIOR EN SUCESIVOS COMBATES DE JUDO

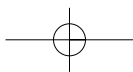
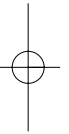
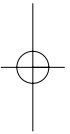
*2007, Juan Bonitch Góngora.*

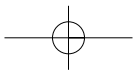
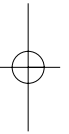
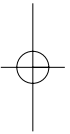


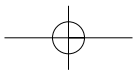
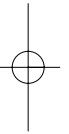
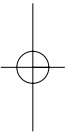
*ugr*

Universidad  
de Granada









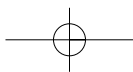
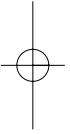
D. PAULINO PADIAL PUCHE Y DÑA. M. BELÉN FERICHE FERNÁNDEZ-CASTANYS, PROFESORES TITULARES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA, DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTIVA.

CERTIFICAN: Que la presente Tesis Doctoral, titulada «Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo», ha sido realizada bajo nuestra dirección, por Juan G. Bonitch Góngora, para optar al grado de Doctor. Hallándose concluida y reuniendo a su juicio, las condiciones de originalidad y rigor científico necesarias, autorizan su presentación a fin de que pueda ser defendida ante el tribunal correspondiente.

Y para que así conste, expiden y firman este informe en Granada, Septiembre de 2007.

Fdo.: Dr. Padial Puche

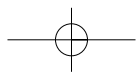
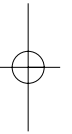
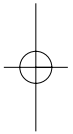
Fdo.: Dra. Feriche Fernández-Castanys





*Esta memoria de Tesis Doctoral ha sido subvencionada por el Ministerio de Educación, de conformidad con las Bases de la convocatoria de ayudas a las universidades y a las entidades públicas para la realización de proyectos de apoyo científico y tecnológico al deporte, estudios e informes de interés deportivo y otras acciones de promoción y difusión de la investigación deportiva para el año 2007, en el apartado III.1: BECAS PARA TESIS DOCTORAL, hecha pública por Resolución de 10 de enero de 2007 (B.O.E de 31 de enero), de la Secretaría de Estado-Presidencia del Consejo Superior de Deportes, con el Expediente nº: 09/UPB31/07.*

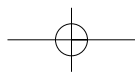
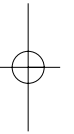
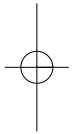




*Al que es mucho más que un padre, mi maestro,  
mentor, guía y protector en el camino.*

*A mi madre, Carmen, que se entrega de la forma más  
absoluta a su hijo, sin la que esta familia estaría  
huérfana y perdida.*

*A mi hermana, Marta, que me ha comprendido y  
apoyado siempre sin condición, decidida y  
silenciosamente.*



## AGRADECIMIENTOS.

A mi director de tesis, D. Paulino Padial Puche, por depositar ciegamente su confianza en mí.

A mi directora de tesis, Dña. Belén Feriche Fernández-Castanys, por su paciencia y disposición incansables en el trabajo.

A Luis Javier Chiroso Ríos por su ayuda y hacer que me sienta “uno de los vuestros”.

A Ignacio Chiroso Ríos, Cristóbal Sánchez, María Ángeles Granados, Gertrudis Vargas, José Manuel Heredia, Zuleiva García y Miguel Ángel Pintor, por su ayuda incondicional durante la realización de este trabajo.

A mis compañeros y amigos, Carlos Calle, Daniel Martínez, Alfonso Mesa, Jerónimo Terrés, Ángel Calle, Fernando González, Daniel Camiletti, Julien Dellaporta, Aarón Rodríguez y José Antonio Sánchez, que voluntariamente se prestaron como sujetos integrantes de este trabajo y que me recuerdan a cada instante el significado del más puro de los sentimientos del ser humano, la amistad.

A todos los judokas del Club Deportivo Budo de Granada, por hacer válida, día tras día, la máxima del Judo de “la necesidad del compañero para el aprendizaje y beneficio mutuos”, y en especial a mi amigo Alejandro Megías, con el que he pasado las más duras horas de judogi.

A todos aquellos que se han cruzado en mi camino de conocimiento y vivencia de este deporte y que me han enseñado con su ejemplo a amar esta forma de vida.

A la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Granada y al Consejo Superior de Deportes, por su colaboración.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

---

*“Pasea por un único camino, no te vuelvas engreído por la victoria o roto por la derrota, no te olvides de ser precavido cuando todo esté en calma y no tengas miedo cuando el peligro aceche”.*

*Jigoro Kano (1860-1938).*

**CAPÍTULO 1.**

<b>1. MARCO CONCEPTUAL</b>	000
1.1. El Judo	000
1.2. La competición de Judo. Objetivos y características	000
1.3. La estructura temporal del combate de Judo	000
1.4. Bases fisiológicas del Judo	000
1.4.1. Vías de obtención de energía	000
1.4.2. Necesidades energéticas de la competición de Judo	000
1.5. La fuerza en Judo	000
1.5.1. La fuerza, capacidad fundamental para generar movimiento	000
1.5.2. Manifestaciones de la fuerza	000
1.5.3. Relación entre las variables fuerza, tiempo y velocidad. Curvas fuerza-tiempo y fuerza-velocidad	000
1.5.4. Distintas manifestaciones de la fuerza en Judo	000
1.5.5. La potencia	000
1.5.6. La fuerza dinámica máxima (FDM)	000
1.5.7. La fuerza isométrica (FI)	000
1.5.8. La resistencia a la fuerza y su relación con la fuerza máxima y la fuerza explosiva	000
1.6. Variables antropométricas del judoka	000
1.7. Planteamiento del problema	000
1.8. Objetivos	000
1.9. Hipótesis	000

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

## **CAPITULO 2**

2. MÉTODO	000
2.1. Sujetos	000
2.2. Instrumental	000
2.3. Variables	000
2.3.1. Variables Independientes	000
2.3.2. Variables Dependientes	000
2.4. Diseño	000
2.5. Procedimiento	000
2.5.1. Tests preliminares	000
2.5.2. Fase experimental	000
2.6. Análisis estadístico	000

## **CAPITULO 3**

3. RESULTADOS	000
3.1. Potencia máxima (PM)	000
3.1.1. Correlaciones de la potencia máxima con la concentración de lactato sanguíneo	000
3.1.2. Correlaciones de la potencia máxima con diferentes variables antropométricas	000
3.2. Fuerza con la que se consigue la potencia máxima	000
3.2.1. Correlaciones de la fuerza con la que se consigue la potencia máxima, con la concentración de lactato sanguíneo	000
3.3. Velocidad con la que se consigue la potencia máxima	000

## ÍNDICE.

3.3.1. Correlaciones de la velocidad con la que se consigue la potencia máxima, con la concentración de lactato sanguíneo	000
3.4. Carga óptima de trabajo con la que los judokas consiguen la potencia máxima (% 1RM) y carga máxima (1RM) en el press en banca	000
3.4.1. Correlaciones de la 1RM con diferentes variables antropométricas	000
3.5. Fuerza Isométrica Máxima de la mano derecha e izquierda	000
3.5.1. Correlaciones de la fuerza isométrica máxima con la concentración de lactato sanguíneo	000
3.5.2. Correlaciones de la fuerza isométrica máxima con la masa corporal de los judokas	000
3.6. Correlaciones entre las variables dependientes	000
3.7. Composición corporal de los judokas	000
3.8. Variables para el control del esfuerzo	000
3.8.1. Estructura temporal de los combates	000
3.8.2. Acúmulo y aclaramiento de ácido láctico	000
3.8.2.1. Correlaciones entre las concentraciones máximas de lactato	000
3.8.2.2. Correlaciones entre las concentraciones máximas de lactato con los Kg. de masa corporal de los judokas	000
3.8.3. Frecuencia cardiaca	000

## CAPITULO 4

---

4. DISCUSIÓN	000
4.1. Potencia máxima	000
4.1.1. Correlaciones de la potencia máxima con la concentración de lactato	000
4.2. Fuerza y velocidad con las que se consigue la potencia máxima	000



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

4.3. Carga óptima de trabajo con la que los judokas desarrollan la potencia máxima (% 1RM) y a la carga máxima (1RM) en el press en banca	000
4.4. Correlaciones de la carga máxima (1RM) y la potencia máxima con diferentes variables antropométricas	000
4.5. Correlaciones de la fuerza isométrica máxima de ambas manos con la concentración de lactato sanguíneo	000
4.5.1. Correlaciones de la fuerza isométrica máxima de ambas manos con la masa corporal de los judokas	000
4.6. Correlaciones entre variables dependientes	000
4.7. Composición corporal de los judokas	000
4.8. Estructura temporal de los combates	000
4.9. Acúmulo y aclaramiento de ácido láctico	000
4.9.1. Correlaciones entre las concentraciones máximas de lactato	000
4.9.2. Correlaciones entre las concentraciones máximas de lactato con la masa corporal de los judokas	000
4.10. Frecuencia cardiaca registrada durante los combates	000

**CAPITULO 5**

CONCLUSIONES	000
PERSPECTIVAS DE FUTURO	000

**CAPITULO 6**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	000
INDICE DE TABLAS Y FIGURAS	000
ABREVIATURAS	000

# 1. MARCO CONCEPTUAL



*UGR* | Universidad  
de Granada

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

## 1.1.

### El Judo.

En Japón, hasta finales del siglo XIX, se practicaba un conjunto de artes marciales que tenían como objetivo la preparación para la guerra. Con el fin de la edad feudal y de los gobiernos militares, la restauración de la Dinastía de Meiji trajo al Japón la civilización occidental y la modernización del país, cambiando la orientación de estas artes de la guerra hacia formas educativas para alcanzar otros objetivos.

En 1882, un destacado letrado y pedagogo japonés llamado Jigoro Kano (1860-1938), 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 tradicional arte marcial japonés, a partir del principio de “utilización de la energía de la forma más eficaz posible”. Al resultado, Kano le denominó Judo (literalmente, camino de la suavidad).

## 1.2.

### La competición en Judo. Objetivos y características.

La competición de Judo puede ser descrita como un deporte de lucha con agarre, de alta intensidad, en el que los judokas tratan de proyectar a su oponente sobre la espalda o controlarlo durante la lucha en suelo. El resultado final de la lucha depende de múltiples variables (técnicas, tácticas, fisiológicas, de acondicionamiento físico y psicológicas) (Franchini y col, 2005a; Thomas y col, 1989; Dopico, 1988).

Cada combate tiene una duración de 5 min de lucha efectiva, y en caso de empate al término del mismo, puede ser complementado por un tiempo extra hasta que uno de los dos atletas consiga puntuar (“golden score”) o hasta el final de un nuevo periodo de 5 min (IJF website, 2004).

La zona de competición es una superficie cuadrada de 10 x 10 m. Alrededor de esta zona de competición existe otra de seguridad, de entre 2 a 4 m más (figura 1.1).

Los deportistas se distribuyen por categoría de sexo, edad y peso, siendo sorteados para realizar sus combates. El objetivo principal es marcar un ippón, la máxima puntuación en Judo, que se consigue mediante una proyección sobre la espalda, una inmovilización durante 25 s en el suelo con la espalda del adversario en contacto con el tatami o abandono de éste por una técnica de luxación al codo o estrangulación. Si la proyección no es completa (sobre la totalidad de la espalda y con la suficiente altura, velocidad y fuerza para conseguir ippón), se otorgarán puntuaciones menores (koka, yuko, waza-ari). Para lograr este objetivo, los judokas utilizan los distintos agarres (kumi-kata) sobre el judogi del adversario. Estas puntuaciones son juzgadas por tres jueces que evalúan, además de las técnicas de proyección

en pie (Nague Waza), las acciones en suelo (Ne Waza) y las violaciones y faltas tipificadas en el reglamento, como la aplicación de un agarre indebido, una proyección prohibida o salirse voluntariamente del área de competición, entre otras.



Figura 1.1. Zona de competición.

### 1.3.

#### Estructura temporal del combate de Judo.

Para poder llevar a cabo una adecuada planificación del entrenamiento, es necesario conocer a la perfección el trabajo que deberá realizar el judoka durante la competición, en este sentido “el entrenador trata de dirigir y organizar sus sesiones de entrenamiento de tal forma que los objetivos, métodos y comportamientos sean similares a la competición“(Sitkowski, 2002).

Debido a que en Judo se produce un enfrentamiento directo con el adversario, existe una gran incertidumbre sobre las cargas a las que se someten los judokas durante la competición. Podemos llegar a tener una noción exacta del rendimiento en deportes donde el tiempo y la distancia son determinantes, como el ciclismo, el remo y algunas disciplinas atléticas. Estos y otros deportes con similares características proporcionan unas buenas oportunidades para el estudio de cómo se comportan las variables fisiológicas. En Judo,

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

por el contrario, hay imprecisión y dificultades de estudio para estandarizar las variables fisiológicas de observación (Monteiro, 1995). Hoy en día, las características de los deportes de lucha, no permiten que estos estudios puedan llevarse a cabo directamente (midiendo el oxígeno consumido o teleméricamente).

Aunque la actividad física en Judo no es directamente medible, cuantificable, reproducible, o predecible, puede ser indirectamente calculada, no para alguien en particular pero si para un grupo de judokas (Barrault, 1991).

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 (TD) a lo largo de cada una de las 5 unidades de tiempo real (UTE) 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 judokas 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 judoka de la zona de competición, etc.

La duración del combate (hasta el final del tiempo reglamentario) es de 5 min. Estos 5 min se pueden dividir en 5 UTEs de un min 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 los TD debería distribuirse de modo uniforme a lo largo de los 5 min 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; Leger y col, 1980; Davies y col, 1979; Costill y col, 1969), es valido admitir que un aumento en el TD para una UTE determinada, reflejará una disminución de la intensidad relativa de la fase del combate correspondiente a dicha UTE, inversamente valores pequeños de TD reflejarán 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 judokas y de este modo planificar en la dirección adecuada el proceso de entrenamiento.

## 1.4.

### Bases fisiológicas 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 las que existe una alternancia en la intensidad de trabajo, como son las modalidades deportivas colectivas y los deportes de lucha, caso del Judo, esta identificación es más compleja.

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 adenosintrifosfato (ATP), pero los almacenes de ATP en las células musculares son muy pequeños, lo que lleva a las células musculares a generarlo a través de tres vías:

1. El sistema anaeróbico-aláctico o sistema de los fosfágenos (ATP y CP o fosfocreatina).
2. El sistema anaeróbico láctico o glucólisis anaeróbica.
3. El sistema aeróbico u oxidativo (hidratos 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 s de duración y elevada intensidad), el músculo utiliza el sistema de los fosfágenos (ATP y CP); para actividades de alrededor de 60 s 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 s, 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 s, de manera que a partir de los 60 s el metabolismo anaeróbico láctico pierde gran parte de su protagonismo, mientras que el sistema aeróbico se convierte realmente en 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

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

seco después de 10 s 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  $\text{VO}_2$  máx) se esquematiza en la figura 1.2.

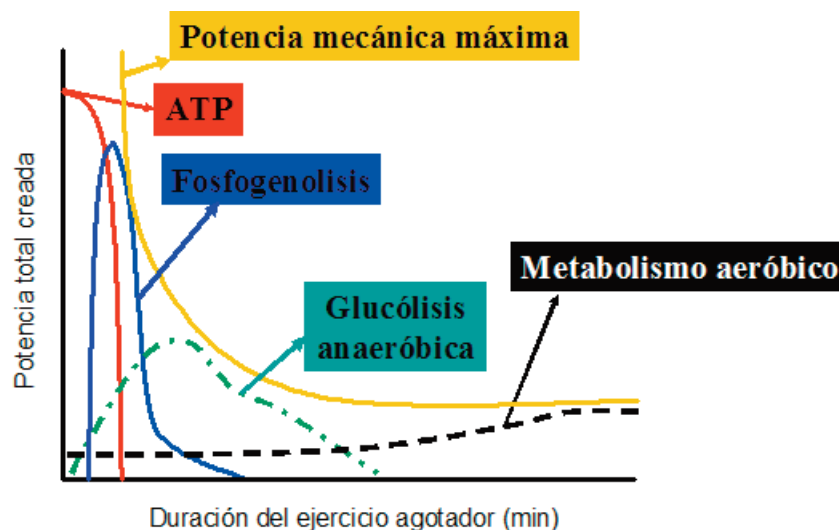


Figura 1.2. Encadenamiento de los metabolismos en función de la intensidad del ejercicio. El cálculo de la contribución de los aportes energéticos de los diferentes metabolismos se indica por debajo de la curva (Billar, 2002).

### 1.4.2.

#### Necesidades energéticas en la competición de Judo.

La característica principal del combate de Judo es su intermitencia. Durante el mismo, se suceden periodos de esfuerzos de alta intensidad seguidos de intervalos cortos de descanso (Artioli y col, 2005; Franchini y col, 2003). Durante este tipo de ejercicio, se observan mayores niveles de lactato sanguíneo que durante un ejercicio continuo, sobre todo en ejercicios que comprometen grandes masas musculares (Osnes y Hermansen, 1972; Karlsson, 1971), como es el caso del Judo. Aún así, se ha sugerido que existe un aumento de la contribución del sistema aeróbico en este tipo de ejercicio (Gaitanos y col, 1993).

La sollicitación del metabolismo aeróbico de un ejercicio intermitente parece tener un papel importante para la formación de energía en actividades de mayor duración (Balsom

y col, 1992b) y en estímulos donde el tiempo entre intervalos es insuficiente para la resíntesis completa de CP (Balsom y col, 1992a; Wootton y Williams, 1983).

La explicación para la contribución aeróbica en los ejercicios intermitentes de elevada intensidad esta relacionada con la correlación entre las elevadas concentraciones de hidrogeniones o protones ( $H^+$ ), o el aumento de la actividad de la enzima piruvato deshidrogenasa (Gaitanos y col, 1993).

Este cambio al metabolismo aeróbico en los estadios finales de un ejercicio intermitente de elevada intensidad, en correspondencia con una disminución de la energía por vía anaeróbica, parece ser el principal factor para el decrecimiento de la potencia generada durante los últimos momentos del ejercicio (Gaitanos y col, 1993).

Las demandas fisiológicas de la competición de Judo solicitan tanto el metabolismo anaeróbico como aeróbico (Thomas, 1989).

El sistema anaeróbico proporciona la energía en los movimientos de máxima potencia durante el combate, mientras que el sistema aeróbico contribuye a la capacidad del atleta para mantener el esfuerzo durante el tiempo que dura el mismo y recuperarse durante los cortos periodos de descanso o durante la disminución del esfuerzo (Franchini y col, 2003; Muramatsu, 1994). Por lo tanto, estos dos sistemas energéticos se van acoplando durante el desarrollo del combate, determinando su utilización la intensidad del mismo.

Tabata (1997), Ahmaidi y col (1996) y Muramatsu (1994), afirman que en un combate de Judo se necesita un gran porcentaje de participación del metabolismo anaeróbico al comienzo, y la prevalencia del metabolismo aeróbico al final del mismo.

Cada ataque o esquiva solicita la vía anaeróbica aláctica, sin embargo, si consideramos que las acciones se suceden durante un periodo de 5 min, es posible que el metabolismo anaeróbico láctico sea el predominante, lo que conlleva la producción de ácido láctico y posterior acumulación en la musculatura del judoka (entre 13 y 18 mmol/l, Franchini y col, 2003; Sikowski, 2002; Tumilty y col, 1996; Gringo y col, 1995; Ebine y col, 1991; Callister y col, 1991; Callister y col, 1990), siendo este un factor limitante del rendimiento (Wilmore y Costill, 2002; Ahmaidi, 1996; Bogdanis, 1994; Hogan, 1984; Yates, 1983; Weltman, 1977; Karlsson 1975; Klausen, 1972).

La explicación para esta relación podría ser la alta correlación entre el lactato y los  $H^+$  libres, responsables de la acidificación muscular. A un pH muscular 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 (Metzger y Moss, 1990).

En este tipo de actividades, de gran intensidad y corta duración, las diferencias individuales de capacidad anaeróbica pueden ser responsables de grandes diferencias en el



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

rendimiento (Mcardle y col, 1990).

Degoutte y col (2003) realizaron un estudio sobre requerimientos energéticos de un combate de Judo, llegando a la conclusión de que induce ambos metabolismos, el de las proteínas y el de los lípidos, incluso si el sistema anaeróbico entra en acción con niveles medios de lactato en plasma de 12.3 mmol/l. Por tanto, el glucogeno del músculo no es el único sustrato utilizado durante un combate de Judo. Varios factores como la disponibilidad de hidratos de carbono, la adaptación al entrenamiento y el estrés metabólico pueden influir en el uso de estas sustancias.

Sin embargo, la relación entre el lactato, el H<sup>+</sup> y el rendimiento esta siendo cuestionada (Books, 2001), principalmente porque los estudios que demostraron la relación entre los H<sup>+</sup> 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 judokas deben realizar varios combates el mismo día, a veces con periodos de tiempo muy cortos entre ellos (entre 10 y 30 min en los campeonatos nacionales de España), tiempo insuficiente para promover una adecuada eliminación del lactato (Cavazani, 1991), y como consecuencia, el judoka empieza el siguiente combate en una situación de fatiga heredada. Así, la eliminación del lactato después del esfuerzo, es un elemento importante a tener en cuenta para mejorar el posterior rendimiento, principalmente cuando el ejercicio realizado es de gran intensidad (García, 2004; Awazu, 1999; Ahmaidi, 1996). En este sentido, Franchini y col (2003) concluyeron que el aclaramiento lactico mejora con el descanso activo comparado con el descanso pasivo, pero no mejora el rendimiento posterior de un ejercicio anaeróbico intermitente.

Existen evidencias de que la vuelta a los valores normales, ocurre de 30 a 60 min después de ejercicios de alta intensidad, con alta acumulación de lactato (Saltin, 1990).

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).

García (2004), Callister (1991), Little (1991), Thomas y col (1989) y Taylor (1981), han demostrado que para obtener éxito en la etapa de alto rendimiento, el judoka ha de tener una buena disponibilidad aeróbica (entre 55 y 60 ml/kg/min) (judokas masculinos españoles: 58,71 ml/Kg/min; judokas femeninas españolas: 52,52 ml/kg/min; equipo japonés masculino ganador del mayor numero de medallas en los JJ.OO de Barcelona 1992: 56.8 ml/kg/min). Esta mejor capacidad aeróbica hará que el judoka tenga una recuperación más eficiente en los periodos de descanso y por tanto, mejor rendimiento en los sucesivos combates.

Nasuda y col (2002), estudiaron la variación en la utilización de sustratos energéticos durante un ejercicio de brazos y piernas realizado por hombres al 70 y 90% del Umbral

Ventilatorio. Los sustratos utilizados por los brazos y las piernas al 70 % del umbral ventilatorio eran similares. Sin embargo cuando aumentaba la intensidad del ejercicio (90% umbral ventilatorio) la pequeña masa muscular de los brazos en comparación con la de las piernas, los hacía más dependientes de la utilización de los carbohidratos.

Los miembros superiores son extremadamente solicitados en un combate de Judo donde los requerimientos energéticos están cercanos al 100% del VO<sub>2</sub>max (Gorostiaga, 1988). Franchini y col (1999) constataron que los individuos con mayor capacidad aeróbica, también presentan mayor capacidad anaeróbica intermitente para los miembros superiores.

Hubner-Wozniak (2004) estudiaron la capacidad anaeróbica y la potencia media de brazos y piernas en luchadores. Los resultados sugieren que altos ratios de los brazos cuando comparamos con las piernas, reflejan una estrecha relación de la utilización de la energía metabólica de los músculos de los brazos con la utilización de los carbohidratos.

A pesar del acoplamiento de los metabolismos aeróbicos y anaeróbicos, durante un combate de Judo, Gariod y col (1995) afirman que existen dos tipos de judokas 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, los de perfil aeróbico ganan bastantes combates al final del tiempo reglamentado, y los de perfil explosivo lo hacen más al principio de los combates.

Estas características expuestas acerca del perfil energético de los combates de Judo, pueden afectar de forma especial a la fuerza del judoka.

## 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. Sin embargo, Cometti (1998), 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.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

La energía-estructura está constituida por el sistema complejo que conforma el cuerpo humano. Por un lado, está la estructura (aparato locomotor) 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, el aparato locomotor activo ocupa el lugar central, ya que al contraerse produce el movimiento y representa a la fuerza. Sin ella no existirían los gestos deportivos.

Padial (1993), siguiendo la línea de Cometti (1989), considera la fuerza la capacidad física central, como consecuencia de su aplicación, 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 intensidad 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).

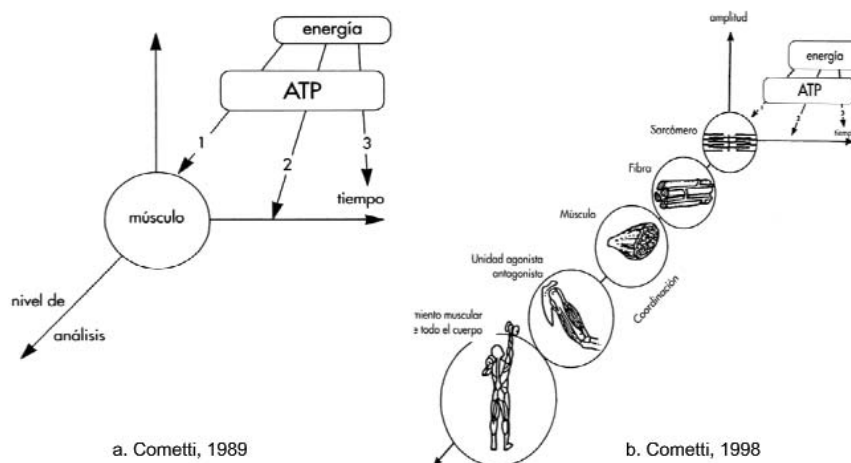


Figura 1.3. Esquema general de las cualidades físicas según Cometti (1998 a; 1989 b, en Cometti, 1998).

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 considero 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".

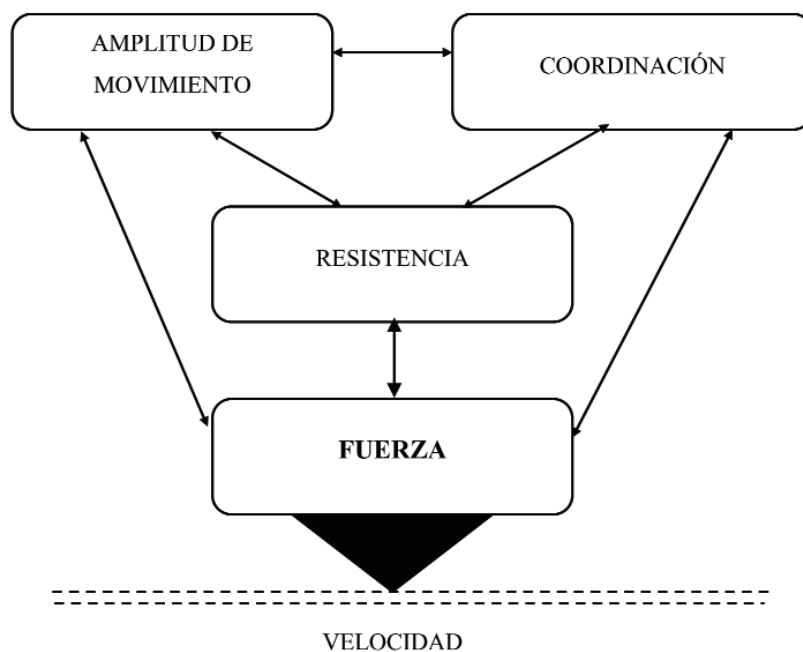


Figura 1.4. Clasificación de las cualidades físicas. Padial (1993).

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.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

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

**Manifestación Estática:** No hay trabajo mecánico externo (Bosco y 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 ciclo estiramiento-acortamiento (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 o Fuerza Dinámica Máxima (FDMR):** 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 Estiramiento- Acortamiento (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 unidades motoras 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 cuestión de lo que realmente ocurre en el músculo. El término Resistencia a la Fuerza, 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 fuerza.

### 1.5.3.

#### Relación entre las variables fuerza, tiempo y velocidad.

#### 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 fuerza-tiempo y fuerza-velocidad (curva f-t y curva 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 f-v sólo para mediciones dinámicas, y tiene asociada una curva de potencia.

En la figura 1.5 se representan las curvas f-v 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 (FM).

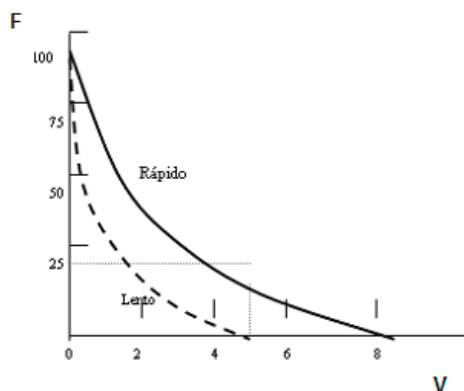


Figura 1.5. Ejemplo de la relación fuerza velocidad en un sujeto lento y otro rápido (modificado de Bosco, 1992).

Las curvas f-v constituyen una herramienta básica en la valoración del efecto del entrenamiento. Como muestra representativa, en la figura 1.6 se muestran los cambios más usuales acontecidos a lo largo de la preparación de un deportista.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

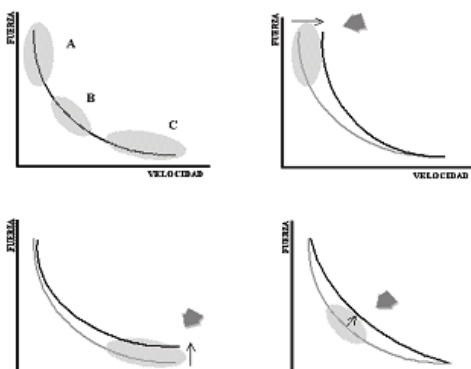


Figura 1.6. Diferentes momentos de la preparación de un deportista. El caso A representa la adaptación de un sujeto que ha entrenado con cargas pesadas, el B con cargas submáximas y el C con cargas ligeras. Existe la posibilidad de que toda la curva se desplace a la derecha, esto ocurre con atletas principiantes fundamentalmente (modificado de Zatziorsky, 1995).

Se comprueba como las modificaciones positivas (Figura 1.7) se producen cuando:

A. La curva f-t 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 f-v 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.

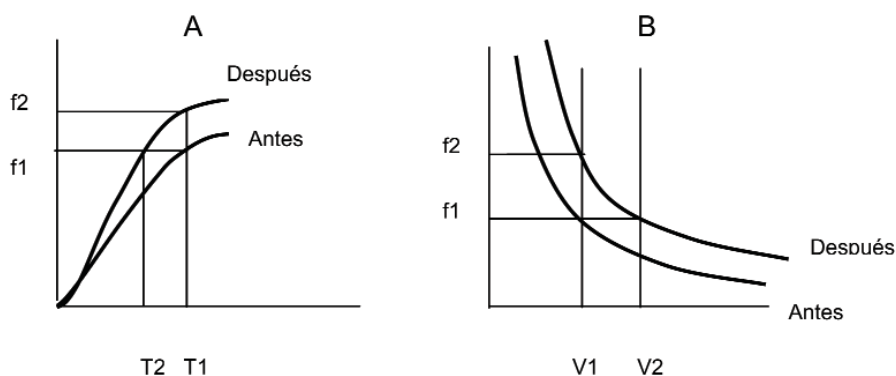


Figura 1.7. Los cambios producidos en la curva f-t son equivalentes a los producidos en la curva f-v. Figura A: la fuerza 1 (f1) se manifiesta en menos tiempo (T2) que al principio (T1). Esto es equivalente en la figura B: al desarrollar la misma fuerza a mayor velocidad (V2) que al principio (V1). En la figura A (izquierda): en el mismo tiempo (T1) se alcanza mayor fuerza (f2) que al principio (f1). Esto es equivalente en la figura B, al desplazar a la misma velocidad (V1) mayor carga (f2) que al principio (f1) (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.

#### 1.5.4.

### 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 (Bosco, 2000).

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 1.8).

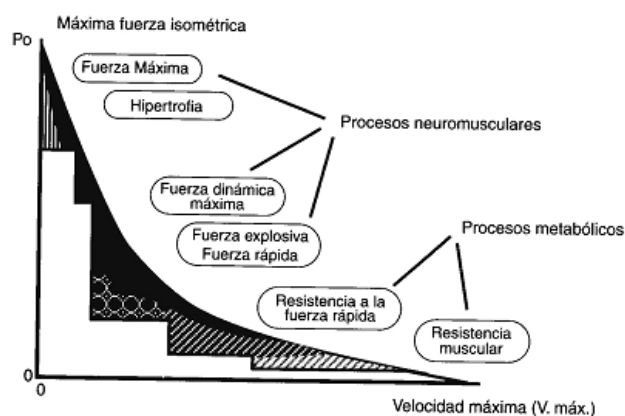


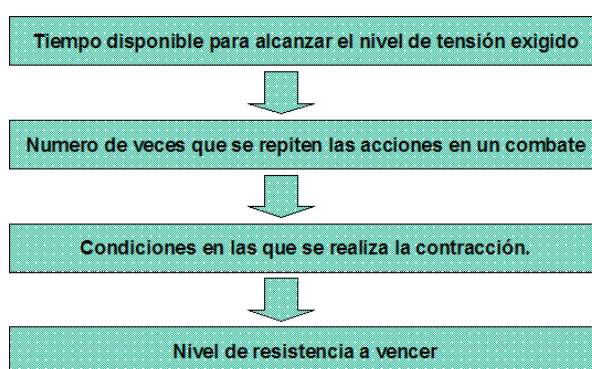
Figura 1.8. Representación esquemática de la relación fuerza velocidad y clasificación biológica de las distintas manifestaciones de fuerza (Bosco, 2000).



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

En todo caso cualquiera que sea el mecanismo biológico implicado en el establecimiento de estas relaciones, parece bastante claro que la fuerza máxima (FM) se manifiesta con velocidades bajas, mientras que la fuerza explosiva (FE) 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 Judo debe tenerse en cuenta, entre otros, aspectos tales como:



La fuerza en Judo se manifiesta en todas sus variedades (Carratalá 2003). Así la fuerza dinámica máxima (FDM) es protagonista en el trabajo en suelo (Ne Waza) y en los movimientos y gestos técnicos realizados con velocidades bajas, la fuerza isométrica máxima (FIM) y submáxima lo es a la hora de controlar al adversario e intentar fijar su posición a través del agarre (Kumi Kata), la fuerza explosiva (FE) y la fuerza explosiva máxima (FEM) son de vital importancia a la hora de producir fuerza o la mayor fuerza (respectivamente) 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 FE, un papel relevante en el entrenamiento del competidor (Carratalá y col, 2003; Nakanishi, 1999; Brousse, 1998; García, 1998; Visser, 1998; Sanchís y col 1991), otros afirman que en Judo existen necesidades altas de FDM (Lainier,1984), necesidades altas de resistencia a la fuerza (Takahashi, 1992; García, 2004) o valores altos de FIM (Taylor, 1989; Monteiro, 2001).

Además, si consideramos que la principal característica en Judo es la intermitencia de acciones de alta intensidad y que las cargas que tienen que desplazar los judokas son elevadas, para tener éxito este deporte hay que tener altos valores de resistencia a la fuerza explosiva (García, 2004).

### 1.5.5.

#### La potencia.

La potencia mecánica puede ser definida como el producto de la fuerza aplicada por la velocidad del movimiento (Knuttggen y Kraemer 1987). Como el trabajo es igual a la fuerza por la distancia (Garhammer, 1993), y la velocidad es la distancia dividida por el tiempo, la potencia mecánica puede ser expresada como el trabajo desarrollado por la unidad de tiempo.

$$\begin{aligned}W &= F \cdot d \\V &= d / t \\P &= F \cdot V \\P &= F \cdot d / t = W / t\end{aligned}$$

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

La potencia muscular está considerada como uno de los principales determinantes de la forma atlética (Kawamori y Haff, 2004), lo que se traduce en 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 las que la potencia es la principal causa del rendimiento (Baker, 2001 a y b; Haff y col, 2001; Newton y col, 1994).

Los principios fundamentales del entrenamiento de la fuerza, en todas sus manifestaciones y expresiones, solo han tenido en cuenta un aspecto de las propiedades fisiológicas que utiliza el músculo, es decir, la fuerza, descuidando de forma sorprendente otro aspecto fundamental, que es la velocidad con que la fuerza se manifiesta (Bosco, 2000).

Es evidente entonces, que si se realiza un ejercicio con carga, y no se conoce la velocidad de ejecución y en consecuencia la potencia desarrollada, las cargas de trabajo planificadas a priori, según esquemas empíricos, nunca podrán producir los efectos fisiológicos deseados.

Por lo tanto, lo que interesa en el deporte es la potencia con la que se desarrolla el gesto deportivo, que se define como la habilidad del sistema neuromuscular para producir el mayor impulso mecánico posible en un tiempo dado ( $I = F \times t$ ) (Bosco 2000). Este espacio de tiempo depende de la carga a la que nos oponemos (en Judo, el peso del cuerpo del adversario durante el desplazamiento) y de las necesidades de aceleración del movimiento (en función de qué técnica y cómo se va a aplicar).

La potencia puede ser calculada como el promedio a lo largo de un rango de movimiento o como un valor que se produce en un instante en particular durante el desplazamiento de un objeto. El pico de potencia es el mayor valor instantáneo de potencia observado a lo largo del rango de movimiento.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

La potencia viene asociada a la curva f-v, y existe además una curva de potencia, dependiente de la curva f-v (figura 1.3). Lo más importante para nosotros es el máximo producto fuerza-velocidad conseguido a través del movimiento, la Potencia Máxima (PM), que se considera como el Umbral de Rendimiento Muscular (URM), ya que es la situación en la que se obtiene el máximo rendimiento mecánico (González-Badillo y Ribas, 2002).

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

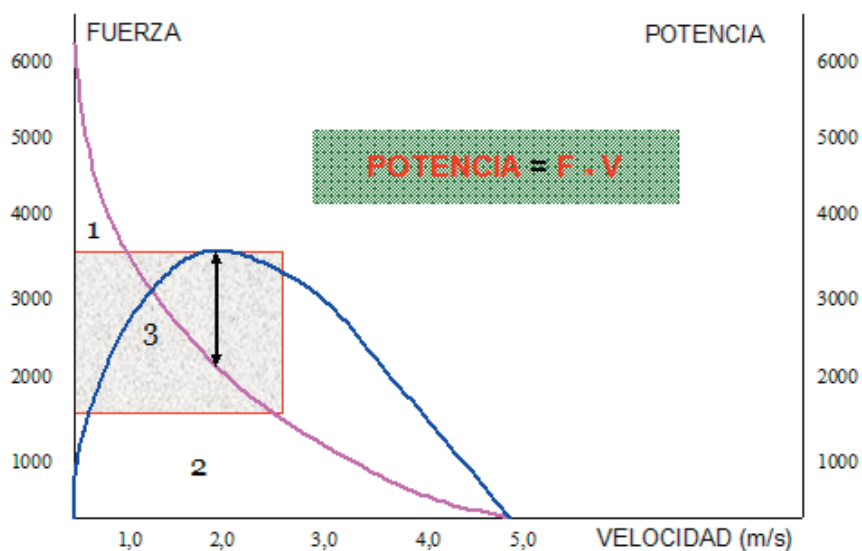


Figura 1.9. Curva de potencia y su relación con la curva f-v (Tihanyi, 1988).

La aplicación de más fuerza solo se podría conseguir si la velocidad es menor, y un aumento de velocidad siempre vendrá acompañado de una menor aplicación de fuerza. Por tanto, 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 PM 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 FIM, 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).

Moss (1997), Wilson y col (1993) y Faulkner y col (1986), consideran que la resistencia con la que se consigue la PM es un 30% de la FIM.

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

1997; Kaneko y col, 1983).

Otros investigadores han abogado por resistencias en un rango del 10 al 80 % de 1RM para la máxima producción de potencia (Stone y col, 2003; Newton y col, 2002; Baker, 2001 a y b; Baker y col, 2001; Moss y col, 1997; Thomas y col, 1996; Baker, 1993; Garhammer, 1993), en función de la naturaleza del ejercicio (parte superior e inferior del cuerpo, simple o complejo, 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, la potencia específica (González-Badillo y Ribas-Serna, 2002). Sin embargo, la mejora de ésta no es incompatible con la mejora de la PM, de hecho la mejora de la potencia específica se estima a través de la mejora de la PM en algunos ejercicios de transferencia media o máxima, como es el press en banca en el caso del Judo.

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 PM muy diferentes la alcanzan a velocidades idénticas o muy próximas (González-Badillo y Ribas-Serna, 2002), debemos concluir que el factor diferenciador de la potencia es la fuerza aplicada. Eso quiere decir que para mejorar la PM, 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 menos 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 PM, 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 PM (Moss y col, 1997; Kaneko y col, 1983; Kaneshisay y Miyashita, 1983, en Behm y Sale, 1993).

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

La fuerza que se aplica al alcanzar la PM es un valor de la FDMR, es decir, un valor inferior al de la FDM que es la fuerza aplicada en 1RM. Por tanto, la mejora de la PM no depende directamente de la FDM, sino de la mejora de la FDMR con la que se alcanza la PM.

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

Si consideramos la explosividad como la relación entre el nivel de tensión generado por

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

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 Ribas, 2002), que en Judo oscila entre los 300 ms en acciones rápidas y los 600 ms para acciones lentas (Awazu 2001, en Nakanishi, 2003).

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 Ribas, 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.

Todo lo expuesto anteriormente nos lleva a considerar que los niveles de potencia que tiene que desarrollar el judoka, como mínimo, deben ser suficientes para vencer la resistencia del peso del cuerpo del adversario en el menor tiempo posible, para conseguir su desequilibrio (Kuzushi) y finalizar con la proyección. Este concepto de potencia va asociado al grado de oposición del adversario, a la técnica de proyección y a la situación táctica en competición

### 1.5.6.

#### **La fuerza dinámica máxima (FDM).**

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. Esta cualidad básica afecta a la producción de potencia (Schmidtbleicher, 1992) y debe tener una consideración especial dentro del entrenamiento de alto nivel.

Es importante diferenciar entre FM y FDM 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, por lo que estamos ante una contracción isométrica (estática). La fuerza ejercida es la FIM. 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 FDM.

En Judo estos dos tipos de fuerza son importantes para conseguir el éxito deportivo. Así, la FDM necesaria en el trabajo en suelo (Ne Waza) y en los gestos técnicos realizados con velocidades bajas. La FIM y submáxima de la musculatura del antebrazo se solicita en las constantes acciones de agarre (kumi kata), a menudo con valores por encima del 85% del

máximo (Taylor y col, 1989; García, 1996), así como la musculatura paravertebral, sobre todo en las acciones de pick up o levantamientos (Jurado, 2001) y en las acciones de la lucha en suelo (Ne Waza).

Schmidtbleicher y col (1992) y Moss y col (1997), indican que la influencia de la FM sobre la producción de potencia aumenta cuando la carga exterior aumenta. De la misma manera, Verkhoshansky (2000) afirma que la FDM refuerza su relación con la FE a medida que aumenta la carga exterior a vencer. Por tanto, debe existir una alta correlación entre la potencia, la FE y la FM en Judo, ya que la carga exterior que tienen que vencer los judokas es elevada (el peso del contrario más el grado de oposición ejercido por éste).

Cuando aplicamos fuerza en cualquier gesto deportivo siempre se alcanza un pico máximo, y para ello el músculo necesita un tiempo, que dependerá del tipo de contracción y de la resistencia a vencer, que en el caso de los gestos deportivos difícilmente se prolonga más allá de 300-350 ms y que en algunos casos no llegan a 100 ms. En Judo, Awazu (2001) y Nakanishi (2003), afirman que el tiempo en la aplicación de las acciones técnicas, oscila entre los 300 ms de las acciones rápidas, y por debajo de 600 ms en las acciones lentas.

La mejora del rendimiento se relaciona con la producción de una gran FM en un periodo de tiempo corto, lo que ha sido corroborado por los estudios sobre la dinámica de los movimientos de deportistas de distinto nivel (Verkhoshansky, 2000). En este sentido, se ha encontrado una gran relación entre la fuerza y el rendimiento en deportes de alta producción de potencia como la lucha (Fahey y col, 1975), el remo (Jensen y col, 1996) o la gimnasia artística (Anderson y col, 1988), por citar algunos de ellos.

Respecto al Judo, García (2004), concluye que los judokas expertos son capaces de manifestar la FDM en menor tiempo que los judokas novatos, lo que va a suponer una mejora en la acción del desequilibrio (Kuzushi) del oponente y por tanto va a favorecer de manera sustancial la construcción de la técnica (Tsukuri) con el fin de proyectar a este sobre el tatami (kake)

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.

Fagerlund y Hakkinen (1991), en un estudio realizado a judokas finlandeses, llegaron a la conclusión de que la fuerza de las piernas diferenciaba a los judokas de distinto nivel competitivo.

Banovic (2001), en un estudio realizado a judokas masculinos, afirma que la mayor contribución al rendimiento general del Judo se ha registrado para la variable fuerza de brazos. Los sujetos con mayor fuerza de brazos eran los que tenían más éxito en las luchas.

Lucic (1989) realizó 17 tests a 91 sujetos universitarios masculinos, practicantes de Judo, llegando a la conclusión de que la fuerza de los brazos medida a través del press banca, era uno de los test que tenía más alta validez para pronosticar el nivel técnico y competitivo de

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

los judokas.

Callister y col (1991) realizaron un estudio al equipo nacional femenino de EEUU, la variable que distinguía a las judokas de más éxito, de las de menor éxito, era la fuerza de los flexores y extensores de los brazos.

Thomas y col (1989) en un estudio realizado al equipo nacional Canadiense de Judo, observaron que la FDM del tren superior (press en banca) estaba relacionada con la potencia anaeróbica del tren superior.

### 1.5.7.

#### **La fuerza isométrica.**

Para Adams (1992) el Judo es un deporte de lucha donde el primer objetivo consiste en agarrar el judogui del adversario para sujetarlo. Esta lucha por el agarre normalmente determina el resultado del encuentro. Durante el transcurso de un combate, el judoka debe sujetar el judogui de su rival de manera que pueda mantener la distancia adecuada para aplicar las técnicas de ataque oportunas (Franchini y col., 1999) y asegurarse que no sea él el proyectado sobre el tatami. En Judo se dan contracciones isométricas máximas y submáximas (Taylor col, 1989) en la musculatura del antebrazo cuando se realiza el agarre (Kumi Kata) en un combate.

Se habla de contracción isométrica cuando un músculo desarrolla tensión pero no produce movimiento externo. Esto conlleva una contracción estática (Bosco, 2000).

Durante una contracción isométrica, la tensión y, por consiguiente, el desarrollo de la fuerza producida en función del tiempo, depende del nivel de activación voluntaria del sistema nervioso central (SNC).

La máxima fuerza voluntaria que un deportista puede realizar al enfrentarse a una resistencia insuperable sería la FIM. Cada valor de FI debe venir acompañado de la correspondiente información sobre el ángulo y/o la posición en la que se ha conseguido. Si ésta manifestación de fuerza se hace lo más rápidamente posible, también se manifestará la FEM (González-Badillo y Gorostiaga, 1995).

En función del tiempo de agotamiento, distintos autores han considerado 3 tipos distintos de intensidad: 1) ejercicios de intensidad igual o inferior al 20%, 2) comprendidos entre el 25 y el 60%, y 3) superiores al 80%.

En ésta magnitud de contracción (por encima del 80%), una gran parte de la energía necesaria para la contracción muscular proviene de la hidrólisis de la PC y el ATP (Maughan y col, 1986). Se ha encontrado que, cuando se produce una contracción isométrica a intensidad del 90-95% hasta el agotamiento, la concentración muscular de PC disminuye un

60-70% (Bangsbo y col, 1993) y la concentración de ATP disminuye un 30% (Bangsbo y col, 1993). La contribución de la glucogenolisis anaeróbica a la producción de energía es pequeña, ya que los valores de lactato observados al final del ejercicio son de 35-60 mmol/Kg de músculo seco (Sahlin, 1978). Estos valores son muy inferiores a los observados al final del ejercicio realizado al 25-60% de la FIM (120 mmol/Kg de músculo seco) (Sahlin, 1978) y, por consiguiente, nos permiten pensar que el factor limitante durante la realización de contracciones isométricas de una intensidad superior al 80% de la FIM, no está relacionado con el acúmulo de ácido láctico, sino que podría estarlo con la depleción de reservas de PC y, muy probablemente, con una fatiga de origen neural.

Para Banovic (2001), en el Judo actual, muchas de las estrategias del combate se desarrollan en relación a la problemática del Kumi Kata (el agarre). Para la mejora de esta técnica, es necesario desarrollar a la vez la fuerza de agarre y la fuerza de tracción y empuje de los miembros superiores.

La FIM de la presión manual se muestra superior en judokas de alto nivel cuando son comparados con judokas de menor nivel competitivo (Little, 1991; Farnosi, 1986). A pesar de esto, Borges (1989), no encontró relación entre la fuerza de presión manual y el resultado final de la lucha, dado que la situación del combate es bastante compleja, no siendo definida por una única variable. Sin embargo, la FIM de la presión manual, se considera como una variable muy importante en el rendimiento en Judo (Franchini, 2000; Little, 1991; Farnosi, 1986). Otros consideran un factor limitante del rendimiento en Judo, la capacidad de resistencia a las tensiones isométricas de la musculatura prensora del antebrazo (García, 2004; Franchini y col. 2004).

Según García (2004), durante el combate, los judokas realizan contracciones isométricas de entre 10 a 40 s de duración y repetidas no menos de 15 a 20 veces por combate.

### 1.5.8.

#### **La resistencia a la fuerza y su relación con la fuerza máxima y la fuerza explosiva.**

La resistencia a la fuerza no es una manifestación, es 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).

La resistencia a la fuerza se da predominantemente en ejercicios cíclicos, en los que las magnitudes de fuerza se manifiestan de forma continuada. Denominamos resistencia de fuerza a la capacidad de resistir el agotamiento provocado por las sucesivas repeticiones. En estos ejercicios, la magnitud de la intensidad del ejercicio viene determinada fundamentalmente por la velocidad de ejecución para una magnitud dada. La sobrecarga que



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

vamos a utilizar depende del objetivo que se quiere conseguir prioritariamente, la fuerza o la resistencia, por lo que el tipo de trabajo debe ser específico:

1. Cuando la sobrecarga a vencer es muy grande, el trabajo va encaminado a desarrollar la FM y su aplicación continuada.

2. Cuando la sobrecarga es pequeña, el entrenamiento va dirigido a la mejora de la potencia de la vía aeróbica, con especial atención al incremento del  $VO_2$  máx. En estos casos y para garantizar la utilización intramuscular del oxígeno tenemos que administrar intensidades máximas de entrenamiento, mediante un ejercicio que conserve la estructura interna y externa del gesto de competición.

En cargas inferiores al 20% de la FM, predomina la resistencia como factor decisivo del rendimiento y si son superiores al 20% predomina la fuerza (la FM si se supera el 80%). El predominio de la resistencia con cargas inferiores al 20% se debe a que la fuente energética utilizada será de tipo aeróbico. El metabolismo es demasiado lento para cargas superiores. En este supuesto, se requiere además el metabolismo anaeróbico para satisfacer los niveles energéticos.

Cuando las cargas superan el 50% de la FM, la fuente energética será casi exclusivamente anaeróbica, puesto que ya con el 40% se produce una oclusión de las vías arteriales a causa de la elevada tensión muscular, lo que produce la supresión del aporte de oxígeno y sustratos.

Como acabamos de mencionar, la fuente energética que se requiere exclusiva o mayoritariamente en cargas superiores, es la vía anaeróbica. El hecho de que solo se requiera un determinado número de fibras musculares en cada trabajo de resistencia a la fuerza, significa una carga menor para cada fibra muscular si el área de sección de las mismas es superior, o bien si su capacidad anaeróbica es mayor. Ésta es la razón por la que una mejora de la resistencia a la fuerza para cargas superiores ha de pasar por el incremento de la FM. En consecuencia, se podrán realizar más repeticiones con la misma carga, o bien las mismas repeticiones pero con mayor carga (resistencia a la fuerza dinámica); o bien, un trabajo de resistencia a la fuerza se podrá mantener durante mayor tiempo o durante el mismo tiempo con una carga más elevada (resistencia a la fuerza estática).

En general, la intensidad de un ejercicio isométrico de un músculo se suele definir en porcentaje con respecto a la FIM de ese músculo. Se suele decir que a intensidades inferiores al 10% de la FIM se puede mantener esa contracción de modo casi indefinido (más de 2 h) (Fallentin y col, 1993). A intensidades comprendidas entre el 10 y el 20%, el tiempo de agotamiento oscila entre 110 y 7 min respectivamente (Fallentin y col. 1993; Knudtson y col, 1993). A intensidades comprendidas entre el 30 y el 60% de la FIM, el tiempo de agotamiento oscila entre 40 y 155 s. Por último, al 90% de la intensidad, el tiempo de agotamiento es de unos 15 s (Kroglund y Jorgensen, 1993; Häkkinen y Myllyla, 1990).

Los factores decisivos para el rendimiento de la resistencia a la fuerza son:

- La FM.
- Las capacidades aeróbica y anaeróbica.
- La fatiga local y central.

En Judo el trabajo principal consiste en realizar acciones dinámicas, rápidas, de FE, con el objetivo de crear desequilibrios y realizar el gesto conveniente para proyectar al rival o evitar que este nos proyecte.

Como ya hemos mencionado, son muchos los autores que otorgan a la manifestación de FE un papel relevante en el entrenamiento del competidor (Sanchís y col, 1991; Brousse, 1998; García, 1998; Visser, 1998; Nakanishi, 1999; Carratalá y col, 2003); otros afirman que en Judo existen necesidades altas de FDM (Lainier, 1984) o valores altos de FIM (Taylor, 1989; Monteiro, 2001). Sin embargo, el Judo se caracteriza por la intermitencia de esfuerzos de corta duración y alta intensidad. Así, el problema principal es conseguir mantener altos niveles de FE durante los 7 min y 19 s de duración media del combate de Judo (Sikorski y col, 1987). En consecuencia, el objetivo principal del entrenamiento en Judo es conseguir alcanzar una determinada expresión de FE y conservar en el tiempo la misma capacidad (García, 2004; Takahashi, 1992).

## 1.6.

### **Variables antropométricas del judoka.**

La Cineantropometría es aquella ciencia que midiendo al hombre en movimiento, trata de conocerlo ante todo, como un receptáculo de vida.

Esta ciencia implica las mediciones de tamaño, forma, proporcionalidad, composición, maduración biológica y función corporal, con el objetivo de entender el proceso del crecimiento, el ejercicio y el rendimiento deportivo y la nutrición (Ross, 1978 y 1980, en Esparza y col, 1993).

La Cineantropometría busca las relaciones que existen entre los aspectos estructurales del cuerpo y las funciones especializadas necesarias para la ejecución de diferentes tareas. En el mundo del deporte estas relaciones han sido objeto de estudio, debido a su gran importancia para el rendimiento de los atletas.

Se estudia y valora el Somatotipo o forma del individuo y la composición corporal, registrando el peso total del individuo dividiéndolo en distintos compartimentos (graso, muscular, óseo y residual). De este modo, con los resultados obtenidos podremos obtener información muy valiosa para la mejora del rendimiento físico, comparando el somatotipo de nuestros deportistas con el somatotipo ideal o de referencia para su categoría de peso, aceptando que un deportista presenta mayor rendimiento cuanto más semejante es su configuración física a la del modelo de su deporte (Carter, 1982), o bien, comparando el somatotipo del mismo deportista en diferentes momentos.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Tanto el cálculo del somatotipo como la composición corporal se complementan, y uno y otro se utilizará según el propósito del investigador (Esparza y col, 1993). Los componentes del somatotipo no son independientes y una interpretación aislada de alguno de los componentes destrozaría el concepto de somatotipo, llevándonos a interpretaciones equivocadas.

A pesar de todo lo dicho, no hay que olvidar que en el éxito deportivo participan múltiples factores y debemos tenerlos todos en cuenta. La cineantropometría nunca será un factor determinante y exclusivo para la obtención de éxitos deportivos, pero es una ciencia muy orientativa para la mejora del rendimiento físico.

Algunas variables antropométricas y de condición física se consideran un requisito para el alto rendimiento en el Judo de competición (Thomas y col, 1989; Sikorski y col, 1987). Debido a que el Judo es un deporte clasificado en categorías de peso, se ha sugerido que los judokas de alto nivel deben minimizar la masa grasa y aumentar la masa muscular, para obtener así ventajas en la fuerza relativa (Kubo y col, 2006; Callister y col, 1991; Thomas y col, 1989; Claessens y col, 1987) y gran parte de éstos tienden a competir en una categoría de peso por debajo de la cual se encuentran normalmente. Este aspecto parece explicar el elevado componente mesomórfico observado en atletas de Judo (Franchini y col, 1997; Claessens y col, 1987; Araújo y col, 1978).

La composición corporal es fundamental para el control del peso del judoka (Edmar y col, 2002), indicando las posibilidades de reducción de peso, sin que haya perjuicio para el individuo.

Franchini y col (2005) y Franchini y col (2007) concluyeron que los judokas de élite presentaban mayores circunferencias (brazo flexionado, antebrazo, muñeca y muslo) y diámetros óseos (epicóndilo del fémur y del húmero) que los judokas que no son de élite.

De Rose y Chernilo, en Modrago y col (1987), proponen mediante el análisis del somatotipo y la composición corporal, orientar la prescripción del entrenamiento, siendo ésta dirigida hacia el desarrollo de una mayor masa corporal en todos los pesos, con la tendencia a un incremento del porcentaje de peso muscular y la disminución de porcentaje de peso grasa, hasta sus valores mínimos fisiológicamente aceptables. A la hora de orientar el entrenamiento, habrá que tener en cuenta, que pese a que estos autores prescriban un desarrollo de una mayor masa corporal, habrá que preservar y mejorar la velocidad acompañada de una buena realización técnica, por lo que no deberemos caer en el error de un aumento excesivo de la masa muscular consiguiendo alejarnos del peso de nuestra categoría.

Como objeto específico de nuestra investigación, el estudio del somatotipo nos permitirá establecer la relación entre la composición corporal y diferentes variables de rendimiento en Judo.

## 1.7.

### Planteamiento del problema.

El Judo competitivo actual es un deporte complejo con múltiples variables (tácticas, técnicas, fisiológicas, psicológicas) que determinan el resultado final (Franchini y col, 2005). Ambos judokas tratan de proyectar a su oponente sobre la espalda o controlarlo durante la lucha en suelo.

La fuerza en Judo se manifiesta en todas sus variedades, en función del grado de oposición que ofrezca el rival, y representa, por su complejidad, un problema a la hora de su programación. Así, la FDM es protagonista en el trabajo en suelo (Ne Waza) y en los movimientos y gestos técnicos realizados con velocidades bajas, la FIM y submáxima lo es a la hora de controlar al adversario e intentar fijar su posición a través del agarre (Kumi Kata), y la FEM 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.

De entre las distintas manifestaciones de fuerza que se dan en Judo, son muchos los autores que otorgan a la manifestación de FE un papel relevante en el entrenamiento del competidor (Carratalá y col, 2003; Nakanishi, 1999; Visser, 1999; Fujii, 1998; Brousse, 1998; García, 1998; Barta, 1995; Sanchís y col 1991), otros afirman que en Judo existen necesidades altas de FDM (Lainier, 1984), necesidades altas de resistencia a la fuerza (García, 2004; Takahashi, 1992) o valores altos de FIM (Monteiro, 2001; Taylor, 1989), 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 Ribas, 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 Ribas, 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.

Esto nos lleva a plantearnos ¿cuál es la relación que existe entre la PM de los brazos y la fuerza y velocidad con las que se consigue ésta, antes y después de sucesivos combates de Judo?.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Debido a que el Judo es un deporte de lucha donde el primer objetivo consiste en agarrar el judogui del adversario para sujetarlo y mantener la distancia adecuada para aplicar las técnicas de ataque oportunas, la capacidad de resistencia a las tensiones isométricas de la musculatura prensora del antebrazo, se considera una variable importantísima en el rendimiento en Judo (García, 2004; Franchini y col 2004; Franchini y col, 1999; Little, 1991; Farnosi, 1980), lo que nos hace cuestionarnos, ¿cuál es la relación que existe entre la FIM de ambas manos antes y después de sucesivos combates de Judo?.

Por otra parte, la principal característica del combate de Judo es su intermitencia, que genera la alternancia de periodos de actividad de unos 30 s, con intervalos de pausa de 10 s aproximadamente (Castarlenas y Planas, 1997; Sikorski y col., 1987). Estas características temporales de los combates de Judo hacen que sean necesarias 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 (Tabata, 1997; Muramatsu, 1994), por lo que los judokas 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 judokas después de los combates, (entre 13 y 18 mmol/l) (Bonitch, 2006; Carter, 1999; Amorin, 1996; Elbine, 1991; Sijan, 1991; Gorostiaga, 1988). El intervalo de tiempo entre los combates es insuficiente para promover una adecuada eliminación del lactato, y como consecuencia el judoka empieza el siguiente combate en una situación de fatiga heredada. Estas características expuestas acerca del perfil energético de los combates de Judo, pueden afectar de forma especial a la fuerza del judoka. En este sentido, ¿cuál es la relación existente entre la PM de los brazos, la fuerza y velocidad con las que se consigue ésta, la FIM de ambas manos, medidas antes y después de sucesivos combates de Judo, y la concentración de lactato medida después de cada combate?.

Debido a que el Judo es un deporte clasificado en categorías de peso, los judokas de alto nivel deben minimizar la masa grasa y aumentar la masa muscular para obtener así ventajas en la fuerza relativa (Kubo y col, 2006; Callister y col, 1991; Thomas y col, 1989; Claessens y col., 1987). Además, los judokas de élite presentaban mayores circunferencias (brazo flexionado, antebrazo, muñeca y muslo) y diámetros óseos (epicóndilo del fémur y del húmero) (Franchini y col, 2007 y 2005a), lo que puede ser indicativo de una mayor área de sección transversal del músculo y consecuentemente un mayor desarrollo de potencia y fuerza para esos segmentos, ya que la fuerza muscular es proporcional a la talla muscular (McArdle y col., 2003). En este sentido nos planteamos si ¿existe correlación entre la FDM y la PM en el press en banca con las variables antropométricas medidas en este estudio para los brazos?.

Y por último, ¿cómo se utilizan todas estas relaciones para la valoración del esfuerzo en el judoka después de cada combate y al final de toda la competición?.

## 1.8.

### Objetivos.

Hasta el momento, la valoración de estas necesidades energéticas y de fuerza del judoka, se han realizado mediante test de laboratorio que poco tienen que ver con las condiciones reales de una competición de Judo. El Judo es un deporte de lucha, de oposición por excelencia, sin ella, no existe el Judo. Consideramos que las variables de rendimiento a las que nos hemos referido en el apartado anterior, se modifican con la competición y permitirían desarrollar estrategias de intervención que contribuyeran al perfeccionamiento de programas de entrenamiento para el beneficio de los deportistas en el ámbito del alto rendimiento en Judo. En una competición de Judo, dependiendo si es oficial (campeonatos nacionales, europeos, mundiales o JJ.OO) o torneos open, se pueden realizar entre 4 a 8 combates en la misma jornada, condiciones irreproducibles en cualquier test de laboratorio que se haya diseñado con ejercicios específicos sin oposición de un rival o con ejercicios de tipo general. Es por esta razón que el objetivo principal de este estudio es conocer la evolución de la fuerza muscular de los miembros superiores, en condiciones reales de competición y su relación con la producción y aclaramiento del ácido láctico en sangre.

Más concretamente:

1. Cuantificar la evolución de la PM en la extensión de los brazos con el ejercicio de press en banca, a lo largo de sucesivos combates.
2. Cuantificar la evolución de la fuerza y la velocidad con que se desarrolla la PM en la extensión de los brazos con el ejercicio de press en banca, a lo largo de sucesivos combates.
3. Cuantificar la evolución de la FIM de la mano derecha e izquierda a lo largo de sucesivos combates.
4. Cuantificación de la concentración de lactato sanguíneo antes y después de los combates.
5. Medir diferentes variables antropométricas de los judokas y cuantificar su composición corporal.
6. Establecer y cuantificar las relaciones entre estas variables.

## 1.9.

### Hipótesis.

H<sub>1</sub>. Existe pérdida de PM de los brazos después de sucesivos combates de Judo.

H<sub>2</sub>. Existe pérdida de FIM de ambas manos después de sucesivos combates de Judo.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

---

# 2. MÉTODO



*UGR*

Universidad  
de Granada



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

## 2.1.

### Sujetos.

Doce judokas de sexo masculino tomaron parte en este estudio, de los cuales, nueve eran o habían sido medallistas nacionales en diferentes categorías de edad en España, uno en Francia, y los dos restantes, medallistas autonómicos en Andalucía, con  $22.0 \pm 3.24$  años de edad, pertenecientes a diferentes categorías de peso y con más de 10 años de práctica de Judo. Todos entrenaban entre 6 y 14 h por semana y los niveles técnicos estaban entre 1<sup>er</sup> y 3<sup>er</sup> Dan.

Los sujetos participaron de forma voluntaria. Todos ellos fueron informados del propósito de la investigación y de todos ellos se obtuvo su consentimiento por escrito.

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

Tabla 2.1. Características de los sujetos.

Sujetos	Sexo	Edad (años)	Peso (Kg)	Talla (cm)	% PG (DURNIN & WOMERSLEY, 1974)
1	M	20.8	58	166.7	8.11
2	M	24.3	62.9	166.4	11.32
3	M	21.1	70.8	169.7	18.52
4	M	30.1	69	171,5	11,26
5	M	23	68.3	177.2	10,50
6	M	20.6	76.9	177,3	15.90
7	M	17.6	74.9	178,8	18,87
8	M	18.4	76.8	183,2	-
9	M	23	79,1	179,2	15.69
10	M	23.2	79,5	177,4	15.52
11	M	22.1	101.1	182,6	24.34
12	M	19.8	98.3	186,7	18,73
<b>Media</b>		<b>22.00</b>	<b>76,3</b>	<b>176,4</b>	<b>15.34</b>
<b>DT</b>		<b>3.24</b>	<b>12,7</b>	<b>6,53</b>	<b>4.73</b>

% PG: Tanto por cien de peso graso.

## 2.2.

### Instrumental.

#### Valoración de la PM, la fuerza y la velocidad desarrolladas durante el ejercicio de press en banca.

Para la evaluación de PM y la fuerza y la velocidad con las que se consigue ésta, antes (tests preliminares) y durante la realización de una competición de Judo (antes y después de cada combate), se utilizó el Sistema Isocontrol 3.6 plus (JLML) I+D (Figura 2.1a y 2.1b), un banco de press y barras y discos SALTER calibrados.

El sistema Isocontrol 3.6 plus (JLML) I+D esta diseñado para medir las manifestaciones de la fuerza, tanto en activación isométrica como dinámica, registrando la PM en vatios (W), la fuerza en newton (N) y la velocidad hasta la adquisición de la potencia máxima, en metros por segundo (m/s).

Para medir la FI, el sistema utiliza una célula de carga tensiométrica capaz de medir hasta 5000 Newton ( $N = kg * m*s^{-2}$ ), con un error máximo de 1N. El error de linealidad es de 0,002 % y de repetibilidad de 0,015 %. La deformación maxima 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 (Figura 2.1a y 2.1b). 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 (FD), el sistema dispone de un encoder, con un rango de medida dependiendo del mismo que oscila entre 125 cm y los 30 m. 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<sup>2</sup>.

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

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*



Figura 2.1a. Encoder del Sistema Isocontrol 3.6 plus (JLML) I+D.



Figura 2.1b. Sistema Isocontrol 3.6 plus (JLML) I+D.

### Valoración de la fuerza isométrica máxima.

Para la valoración de la FIM antes (tests preliminares) y durante la realización de una competición de Judo (antes y después de cada combate), se utilizó el dinamómetro digital Psymtec TKK-5101 (figura 2.2).



Este modelo de dinamómetro digital muestra la medida de los valores máximos de la fuerza de flexión estática para ambas manos. El arco de medida es de 0.5 a 100 kgf y la unidad mínima de medida es de 0.1 kgf, con una precisión de  $\pm 2.0$  kgf.

Figura 2.2. Dinamómetro digital Psymtec TKK-5101.

### Valoración de la lactacidemia.

La unidad de medida es estándar, en milimoles por litro de sangre (mmol/l).

La recogida de las muestras de lactato se realizó durante una competición de Judo acorde con el reglamento de la Federación Internacional de Judo (FIJ), celebrada en las instalaciones de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Granada.



Para el análisis de las tomas se utilizó el sistema Dr. Lange Miniphotometer LP20 (Figura 2.3). Los reactivos de lactato fueron LK140 Dr. Lange con filtro de 520 nm. Se dispuso del equipo humano y material necesario para la recogida de las muestras.

Figura 2.3. Dr. Lange Miniphotometer LP20.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

### Valoración de la frecuencia cardiaca.



Durante la realización de la competición, los sujetos fueron monitorizados con pulsómetros Polar Sport Tester S610 (Figura 2.4), con capacidad de registro de la frecuencia cardiaca (FC) cada 5 s, que vertían su información mediante la consola de transferencia de datos (interface) a un ordenador personal (ACER TravelMater 40001LMi), para, a través del software pertinente (Polar Precisión Performance 3.0), ser analizados con mayor precisión, todos ellos con registro codificado de la FC en pulsaciones por min (ppm) para evitar interferencia entre ellos en el caso de los combates.

Figura 2.4. Polar Sport Tester S610.

### Valoración de la estructura temporal del combate.

Todos los combates fueron grabados con una cámara de video digital SONY DCR-TRV14OE, que se encontraba sincronizada con el cronómetro del pulsometro. La grabación nos permitía el posterior análisis de los combates para el conocimiento y registro del tiempo total de los mismos (TT), que se define como la suma del tiempo real de combate (TR = 5 min reglamentarios), más el tiempo de detención o de pausa (TD). Además, nos permitía conocer el tiempo por cada secuencia de pausa (T°SPA), en cada min real de combate (UTE) y en el total de los combates, y el tiempo por cada secuencia de trabajo (ToSTR), en cada UTE y en el total de los combates.

### Valoración de la composición corporal de los judokas.

Los instrumentos antropométricos fueron calibrados antes de su uso. Las medidas antropométricas incluyen la edad, el peso, la talla, 8 pliegues cutáneos (bíceps, tríceps, subescapular, suprailíaco, supraespinal, abdominal, muslo y pierna), 4 perímetros (el brazo relajado, brazo contraído a 90°, muslo y pierna), y 3 diámetros (bic. húmero, bic. fémur y biestiloideo).

La altura fue medida con un estadímetro (GPM, Seritex, Inc., Carlstadt, NJ) con precisión de 0.1 cm, y el peso fue registrado en una báscula para personas (modelo 707, Seca Corporation, Colombia, MD) con precisión de 0.1 Kg.

La medición de los pliegues cutáneos se realizó con un plicómetro (Holtain Ltd, Crymych, Reino Unido) con precisión de 0.2 mm. (figura 2.5), y los perímetros musculares



se midieron con una cinta antropométrica metálica flexible y no elástica, con precisión de 0.1 cm (Holtain Ltd, Crymych, Reino Unido). Se tomaron tres medidas por cada pliegue y se utilizó el valor medio registrado de las tres.

Figura 2.5. Plicómetro Holtain Ltd, Crymych, Reino Unido.

## 2.3.

### Variables.

#### 2.3.1.

##### Variables independientes:

VI<sub>1</sub>: Cuatro combates de Judo realizados sucesivamente, con 15 min de descanso entre cada uno.

#### 2.3.2.

##### Variables dependientes:

VD<sub>1</sub>: PM de los brazos en el ejercicio de press de banca.

VD<sub>2</sub>: Fuerza con la que se consigue la PM de los brazos en el ejercicio de press en banca.

VD<sub>3</sub>: Velocidad de con la que se consigue la PM de los brazos en el ejercicio de press en banca.

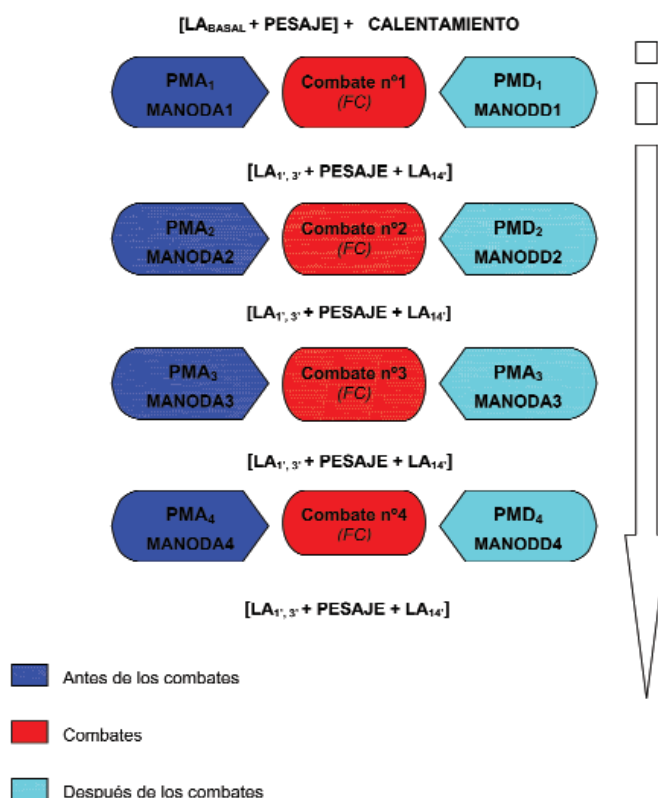
VD<sub>4</sub>: FIM de la mano derecha e izquierda.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

## 2.4.

### Diseño.

El diseño llevado a cabo en esta investigación fue un diseño intra-grupo de medidas repetidas con dos niveles de la variable independiente: el nº de combate (1, 2, 3 ó 4) y el momento de la medida (antes y después de cada combate).



PMA: PM antes de los combates.

PMD: PM después de los combates.

MANODA: FIM de la mano derecha antes de los combates.

MANODD: FIM de la mano derecha después de los combates.

MANOIA: FIM de la mano izquierda antes de los combates.

MANOID FIM de la mano izquierda después de los combates.

Figura 2.6. Diseño del estudio.

## 2.5.

### Procedimiento.

La realización de la presente investigación ha sido subvencionada por el Ministerio de Educación, de conformidad con las Bases de la convocatoria de ayudas a las universidades y a las entidades públicas para la realización de proyectos de apoyo científico y tecnológico al deporte, estudios e informes de interés deportivo y otras acciones de promoción y difusión de la investigación deportiva para el año 2007, en el apartado III.1.: BECAS PARA TESIS DOCTORAL, hecha pública por Resolución de 10 de enero de 2007 (B.O.E de 31 de enero), de la Secretaría de Estado-Presidencia del Consejo Superior de Deportes, con el Expediente nº: 09/UPB31/07.

A su vez, se enmarca dentro de una serie de estudios, que desde el curso académico 2003/2004, se han ido realizando en la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de Granada, sobre los requerimientos de fuerza en judokas y su relación con determinados indicadores de la fatiga.

La evaluación comprende un total de 2 pruebas. Tanto los requerimientos temporales de cada prueba (sólo se permite la evaluación de dos sujetos por día), como los requisitos metodológicos preestablecidos (separación de entre tres y siete días entre las diferentes pruebas), justifican que la evaluación conste de 8 sesiones.

La toma de datos se realizó durante el mes de Febrero del año 2007.

### 2.5.1.

#### Tests preliminares.

##### **Protocolo de recogida de datos para la evaluación de la PM de los brazos, y la fuerza y la velocidad con que se desarrolla ésta.**

En su primera jornada de evaluación, los sujetos realizaron un test de fuerza del tren superior para evaluar la PM de los brazos, y la fuerza y la velocidad con que se desarrolla ésta. Se utilizó el sistema Isocontrol Dinámico, antes descrito.

El ejercicio escogido para la realización del test fue una extensión de brazos con barra en el plano horizontal o press en banca por ser un ejercicio muy contrastado en la bibliografía internacional ya que permite ofrecer valores altamente significativos con relación a las máximas posibilidades neuromusculares de los brazos para los deportistas evaluados, además de por ser una acción fundamental y muy repetida durante los combates de Judo que permite a los judokas mantener a su adversario a la distancia adecuada para realizar tanto las acciones de ataque como las de defensa. En este sentido, Lucic (1989) realizó 17 tests a 91 sujetos universitarios practicantes de Judo llegando a la conclusión de



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

que el press en banca es uno de los test que tiene más alta validez para pronosticar el nivel técnico y competitivo de los judokas.

El sistema se montó con un encoder de 200 cm y 2 N de resistencia en la vertical del plano del desplazamiento de la barra. Los discos de carga utilizados fueron previamente calibrados mediante una célula tensiométrica suspendida, considerándose válidos aquellos pesos que no tenían una desviación mayor a 0,5%.



Figura 2.7. Pantalla inicial del software I.D. 3.6. plus.

El protocolo realizado para la obtención del valor de la PM, y la fuerza y la velocidad con que se desarrolla ésta, fue el siguiente:

Se seleccionó a los judokas de dos en dos con características de fuerza similares, para la realización del test de manera simultanea. La primera carga que el deportista debía vencer era de 200 gramos con el objetivo de obtener la máxima velocidad de ejecución. Las cargas debían ser superadas sólo de forma concéntrica, sin ayuda de contramovimiento, para lo cual se ajustaba en el sistema Isocontrol un dispositivo que temporiza cada una de las repeticiones, en el intento de evitar dicha acción.

Las cargas aumentaban en 5, 10 o 20 Kg dependiendo de la 1RM de cada deportista. Si el judoka movía la carga a una velocidad mayor de 0.3 m/s, realizaba 2 repeticiones. Cuando la velocidad de ejecución descendía de 0.3 m/s, se le decía que realizase una única 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 evitábamos una fatiga innecesaria que podría alterar el resultado del test. El descanso entre series era de 3 a 5 min, con un mayor descanso conforme nos acercábamos al valor de la 1RM.

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

Por último, aquellas repeticiones donde existía contramovimiento, han sido eliminadas por incorrectas. De haberlo habido, podríamos saberlo analizando la curva del espacio recorrido (Figura 2.8). Si presenta un descenso en la primera fase de la curva, se entendería que ha existido contramovimiento y los datos de fuerza, potencia, velocidad y demás relacionados con estos habría que desecharlos.

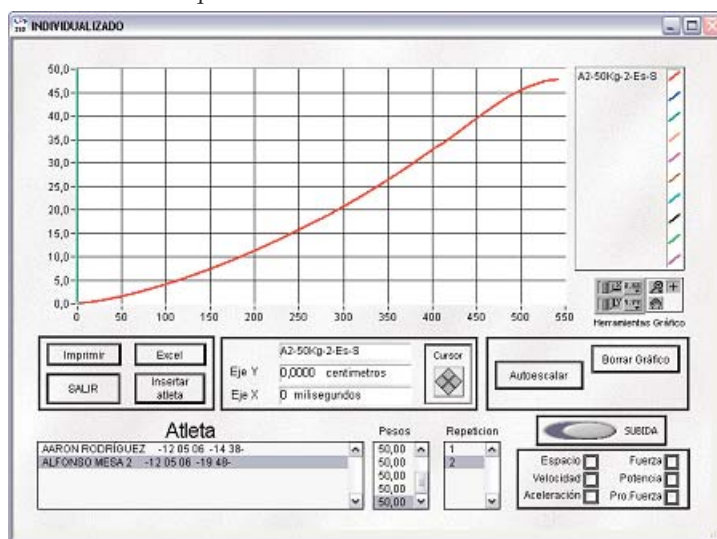


Figura 2.8. Curva de espacio recorrido asociada a la curva de PM expuesta más arriba. Como se observa no existe contramovimiento.

Para la obtención de los datos de la potencia máxima (PM), la fuerza y la velocidad con la que se alcanza dicha potencia, utilizamos el panel de datos pormenorizados que muestra el software del Isocontrol denominado “Tabla de Máximos”, donde accedemos a los valores más altos de potencia máxima, fuerza y velocidad (figura 2.9 y figura 2.10)

En la figura 2.9 se puede observar el valor de la potencia máxima que corresponde a 1362.06 W, adquirido con un peso de 45 kg en la 3ª repetición de la serie, cuando la fuerza que se estaba manifestando en ese momento era de 796.73 N y cuando había habido desplazamiento de la carga (38.83 cm). Y en la figura 2.10 observamos la velocidad que corresponde a 1.71 m/s. Toda esta información ha sido empleada para evaluar a cada uno de los deportistas testados.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Atletas: DANIEL CAMILETTI -13 05 08 -11 25- DANIEL CAMILETTI -09 05 06 -18 40- FERNANDO BONZALEZ LOPEZ -09 05 06 -18 53-

**Tabla Fuerza Maxima**

Peso (Kg)	30,00	35,00	40,00	45,00	50,00	55,00	60,00	80,00	100,00	105,00
Repetición	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00	1,00
Fuerza Max (N)	623,71	691,71	722,14	796,73	178,96	827,43	923,86	1087,59	1155,71	1389,92
Tiempo (ms)	156,00	83,00	133,00	469,00	132,00	31,00	434,00	29,00	40,00	44,00
Fu Fuerza P. Max (N/s)	2111,60	4156,92	2497,87	767,50	2185,23	9285,00	772,45	10443,98	4367,64	8178,74
Espacio (cm)	5,22	3,82	4,23	38,83	3,07	0,48	34,54	0,20	0,23	0,53
Velocidad (m/s)	0,05	0,72	0,89	1,71	0,57	0,15	1,23	0,10	0,06	0,12
Potencia (W)	531,05	503,40	498,19	1382,06	442,48	127,68	1190,94	104,14	83,24	162,92

**Tabla Potencia Maxima**

Peso (Kg)	30,00	35,00	40,00	45,00	50,00	55,00	60,00	80,00	100,00	105,00
Repetición	1,00	3,00	3,00	3,00	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00
Cinética Max (W)	1228,21	869,58	1233,24	1382,06	127,47	847,89	1190,94	820,66	310,30	288,15
Tiempo (ms)	301,00	289,00	380,00	469,00	443,00	566,00	434,00	794,00	843,00	1589,00
Fuerza (N)	682,42	515,38	668,55	786,73	1766,53	701,04	923,86	937,37	991,98	1112,12
Espacio (cm)	28,86	30,47	38,88	38,83	15,81	38,20	14,54	34,89	17,46	34,01
Velocidad (m/s)	2,11	1,88	1,85	1,71	1,48	1,35	1,29	0,66	0,31	0,27

Figura 2.9. Tabla de máximos. Lugar donde se observa el valor de PM y su valor asociado de fuerza en el ejercicio de press en banca.

Atletas: DANIEL CAMILETTI -13 05 08 -11 25- DANIEL CAMILETTI -09 05 06 -18 40- FERNANDO BONZALEZ LOPEZ -09 05 06 -18 53-

**Tabla Velocidad Maxima**

Peso (kg)	30,00	30,00	35,00	40,00	45,00	50,00	55,00	60,00	80,00	100,00
Repetición	2,00	1,00	3,00	3,00	3,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00
Velocidad Max(m/s)	2,50	2,16	1,83	1,85	1,71	1,48	1,37	1,31	0,89	0,31
Tiempo (ms)	220,00	337,00	304,00	361,00	473,00	403,00	529,00	449,00	590,00	844,00
Fuerza (N)	355,05	488,25	486,09	665,89	374,90	729,55	864,17	780,32	818,53	983,51
Potencia (W)	888,58	1071,66	938,50	1230,84	1125,88	1088,16	910,96	1018,47	568,17	310,21
Espacio (cm)	30,44	38,28	33,40	37,17	29,51	35,23	34,47	36,50	33,43	13,52

**Tabla Maxima Produccion de Fuerza**

Peso (kg)	30,00	30,00	35,00	40,00	45,00	50,00	55,00	60,00	80,00	100,00
Repetición	2,00	3,00	1,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00
Max P.F. Fuerza (W)	16593,14	31839,70	14953,32	36783,04	43122,88	37818,68	17588,42	40735,68	12843,27	81256,80
Tiempo (ms)	166,00	521,00	14,00	546,00	456,00	429,00	14,00	418,00	740,00	25,00
Espacio (cm)	17,60	35,96	0,22	34,40	36,80	33,73	0,17	32,48	33,97	0,10
Fuerza (N)	418,47	212,77	446,38	377,77	471,07	458,58	858,08	572,62	744,43	1056,20
% Fuerza (%)	83,17	35,75	64,23	52,31	59,13	55,96	78,53	61,88	76,89	91,39
Velocidad (m/s)	2,01	2,04	0,10	1,77	1,83	1,42	0,07	1,22	0,84	0,02
Potencia (W)	837,40	434,71	42,75	665,81	768,91	654,12	46,71	696,70	475,21	22,50

Figura 2.10. Tabla de máximos. Lugar donde se observa el valor de la velocidad desarrollada en la repetición en la que se realiza la PM en el ejercicio de press en banca.

### Protocolo de recogida de datos para la evaluación de la FIM de ambas manos.

Durante esta primera jornada de evaluación, los sujetos realizaron, además, un test para determinar los valores de FIM de ambas manos, medido a través de un dinamómetro digital, con el objetivo de crear una línea base y de familiarizarse con la metodología de realización del test, además de obtener la distancia más cómoda y adecuada en el grip (agarre) de cada sujeto y que más tarde se reproducirían en el test de campo, en consonancia con lo publicado por Watanabe y col (2005) que demuestran que distancia idónea del agarre tiene influencia sobre el resultado de la medición y debería ser considerada para maximizar la exactitud de la misma.

El protocolo de realización del test fue el siguiente: cada sujeto realizaba una contracción isométrica máxima de entre 3 a 6 s de duración con la mano derecha y otra con la izquierda, en posición de pie, con una flexión de hombro de  $90^\circ$  y el codo totalmente extendido, sobre el dinamómetro, el cuál era sujetado por un colaborador, quien registraba los valores obtenidos (figura 2.11a. y 2.11b.)



Figura 2.11a. Protocolo de medición de la FIM (mano izquierda).



Figura 2.11b. Protocolo de medición de la FIM (mano derecha).

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

### **Protocolo de recogida de datos para la evaluación de la composición corporal de los judokas.**

Las medidas fueron realizadas siguiendo las técnicas estandarizadas propuestas por la Sociedad Internacional de Avances de Cineantropometría (I.S.A.K.). Todas las medidas fueron tomadas por el mismo investigador, acreditado por el ISAK. El error técnico de la medida (TEM) fue inferior al 5% para los pliegues cutáneos y al 1% para las demás medidas. Todas las medidas, excepto peso y altura, fueron tomadas en el lugar correcto.

Las medidas antropométricas incluyen la edad, el peso, la talla, 8 pliegues cutáneos (bíceps, tríceps, subescapular, suprailíaco, supraespinal, abdominal, muslo y pierna), 4 perímetros (el brazo relajado, brazo contraído a 90°, muslo y pierna), y 3 diámetros (bic. húmero, bic. fémur y biestiloideo). Se tomaron tres medidas por cada pliegue y se utilizó el valor medio registrado de las tres.

La suma de 3 pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, supraespinal), 6 pliegues cutáneos (suma de 3 más suprailíaco, abdominal y muslo), y 8 pliegues cutáneos (suma de 6 más bíceps y pierna) también fueron calculadas.

El IMC (Índice de masa corporal) fue calculado como  $\text{peso}/\text{altura}^2$ , donde el peso fue expresado en kg y la altura en m.

La densidad del cuerpo ha sido estimada usando las ecuaciones de Durnin y Womersley (1974). La densidad fue transformada a % de masa grasa por la ecuación de Siri (1956).

El % de masa muscular fue determinado usando el método de Poortmans y col (2005).

Para el estudio del somatotipo se ha utilizado la metodología descrita por Carter y Heath (1990) siendo en la actualidad uno de los métodos más aceptados y que menos discusión ofrece (Esparza y col, 1993). Los componentes del somatotipo de la endomorfia (o relativa obesidad), de la mesomorfia (o relativa robustez músculo-esquelética) y de la ectomorfia (o de relativa linealidad) proporcionan la información sobre morfología del cuerpo, y nos indican el grado de obesidad, de musculatura o de linealidad, respectivamente.

### **2.5.2.**

#### **Fase experimental.**

Durante el mes de Febrero de 2007, 48 h más tarde de haber realizado el test preliminar para evaluar la PM, la fuerza y la velocidad gestual de los brazos y la FIM ambas manos, se procedió a la recogida de datos durante una competición de Judo, celebrada en las instalaciones de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de Granada.

Dicha competición fue controlada por árbitros y cronometradores de la Federación

Andaluz de Judo y Deportes y Asociados.

La duración de los combates fue de 5 min 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 FIJ.), de manera que en el caso de nuestro estudio, la victoria se conseguía al final del tiempo reglamentario por la suma de todos los puntos conseguidos, (koka = 3 puntos, yuko = 5 puntos, waza-ari = 7 puntos, ippón = 10 puntos, y shido, con su equivalencia a koka, dos shidos a yuko, 3 shidos a waza-ari y 4 shidos a ippón).

Todos los combates se desarrollaron en horario de mañana (10:00-14:00 horas) y la temperatura de la sala osciló entre 14 y 23° C.

Cada sujeto realizó 4 combates 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 Deportes Asociados. Así los judokas que tienen nivel nacional (medallas en los Campeonatos de España) se enfrentaron entre ellos, y los de nivel autonómico (medallas en campeonato de Andalucía), lo hicieron entre sí. Además, se les proporcionaba un incentivo económico por combate ganado.

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

### **Protocolo de recogida de datos para la evaluación de la PM, y la fuerza y la velocidad con que se consigue ésta, antes y después de los combates.**

A 4 metros de la zona de seguridad del tatami se colocaron los bancos y las barras y discos olímpicos para la realización del ejercicio de press de banca (figura 2.12).

Inmediatamente antes y después de los combates, los judokas realizaban el ejercicio de press en banca con el % de 1RM con la que se había conseguido, en el test preliminar, la PM. Con los brazos totalmente extendidos, realizaban una flexión de brazos hasta que la barra se colocase sobre el pecho. Manteniendo esta posición hasta la señal (durante 1 s) de forma isométrica, sin descansar la barra sobre el pecho para evitar el contramovimiento, y de esta forma realizar el movimiento solo de forma concéntrica, realizaban la extensión de brazos a la mayor velocidad posible.

Para la obtención de los datos de la PM, la fuerza y la velocidad con la que se alcanza dicha PM, nos fuimos al panel denominado “Tabla de Máximos” en el que se pueden identificar estos los valores.

A los valores de PM antes de los combates, les denominamos PMA1, PMA2, PMA3 y PMA4. A la PM después de los combates le denominamos PMD1, PMD2, PMD3 y PMD4.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Los valores de PM antes y después de los combates tienen asociado sus valores correspondientes de fuerza y velocidad.

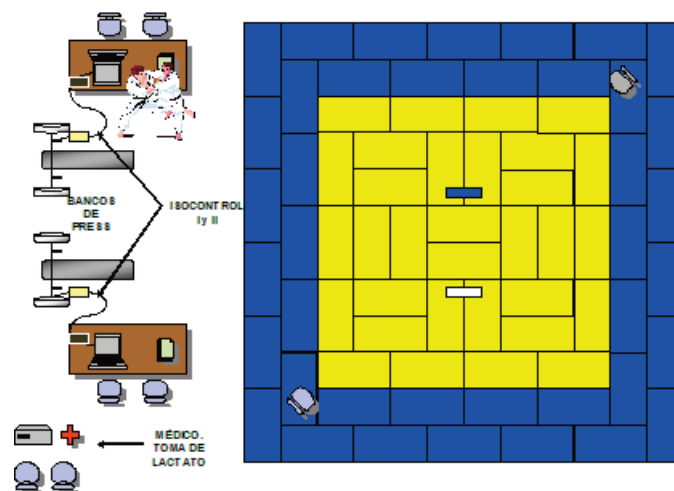


Figura 2.12. Organización espacial del estudio.

**Protocolo de recogida de datos para la evaluación de la FIM de ambas manos antes y después de los combates.**

Acto seguido, justo después de la ejecución del ejercicio de press de banca antes y después de los combates, el sujeto se incorporaba y realizaba una contracción isométrica máxima de 3 a 6 s de duración con la mano derecha y otra con la izquierda, en posición de pie, con una flexión de hombro de 90° y el codo totalmente extendido, sobre un dinamómetro digital, el cuál era sujetado por un colaborador, quien registraba los valores obtenidos.

A los valores de FIM de ambas manos antes de los combates, les denominamos FIMDA1, FIMIA1, FIMDA2, FIMIA2, FIMDA3, FIMIA3, FIMDA4, FIMIA4. Y a los valores de FIM de ambas manos después de los combates, les denominamos FIMDD1, FIMID1, FIMDD2, FIMID2, FIMDD3, FIMID3, FIMDD4, FIMID4.

**Protocolo de recogida de datos para la obtención de los valores de producción láctico después de los combates.**

Los sujetos llegaban a la instalación 15 min antes del comienzo del calentamiento, y después de realizar el primer control de peso, se obtenía una muestra de sangre de 10 *microlitros*, con los sujetos en reposo. Mediante un autoclix se les produjo una pequeña incisión en la cara interna de un dedo de la mano, destinada a la determinación de la concentración basal de lactato ( $[La]_{\text{basal}}$ ) (figura 2.13). A continuación los sujetos realizaban el calentamiento.



Figura 2.13. Toma de lactato basal ( $[La]_{\text{basal}}$ ).

Al finalizar cada combate, en los min 1, 3 y 14, se obtuvo una nueva muestra de sangre para la determinación de la concentración de lactato post-esfuerzo y la concentración previa al inicio del siguiente combate (figura 2.14).



Figura 2.14. Toma de lactato después de los combates.

Posteriormente las muestras fueron conservadas a una temperatura de entre 4 y 8° C. Los datos son presentados en mmol/l.

### **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, sincronizada con el cronómetro del pulsometro. 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 (TR), tanto en cada min de tiempo real (UTE) como en



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

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 pausas por UTE, y en el total de los combates.
- TD: Tiempo total de pausa en cada UTE y en el total de los combates.
- TT: Tiempo total de trabajo en cada UTE y en el total de los combates.
- T°SPA: Tiempo por cada secuencia de pausa en cada UTE y en el total de los combates.
- T°STR: Tiempo por cada secuencia de trabajo en cada UTE y en el total de los combates.
- El tiempo total (TT) de los combates.

**Protocolo de recogida de datos de la FC durante los combates.**

Antes de la realización del calentamiento, se monitorizó la FC de todos los sujetos, con un pulsometro. Al inicio de cada uno de los combates y al borde del tatami, un colaborador ponía en marcha el pulsometro y al finalizar el combate lo paraba.

El reglamento de la Federación Internacional de Judo (FIJ) sanciona al competidor que lleve un objeto duro o metálico. En esta ocasión, se modificó el reglamento para monitorizar a los judokas 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 (figura 2.15).

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).



Figura 2.15. Procedimiento de protección del sistema de medición y recogida de la FC en el judoka.

El análisis de la FC se llevó a cabo conjuntamente con el visionado de todos los combates, distinguiéndose los registros 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).

## 2.6.

### **Análisis estadístico.**

Los resultados son expresados como media ( $\bar{X}$ ) y desviación estándar (SD). El Test de Shapiro-wilk se ha empleado para el estudio de la distribución de frecuencias. El efecto general de la variable independiente sobre las medidas tomadas antes y después de los combates se ha llevado a cabo mediante un ANOVA de medidas repetidas con dos factores intrasujeto, n° de combate (1, 2, 3 ó 4) y momento de la medida (antes y después). El análisis de la varianza se ha realizado a través de la penalización Greenhouse-Geisser o la de Huynh-Feldt si el test de esfericidad de Mauchly era significativo. Para las comparaciones por pares, en el caso de un ANOVA significativo, se ha aplicado el test de Bonferroni. Las variables con distribución no normal han sido analizadas mediante el test de Friedman y Wilcoxon ( $\alpha < 0.05/4$ ). Las comparaciones entre antes y después de los combates se han realizado mediante una t-Student o un test de Wilcoxon para datos pareados. Se ha mantenido un intervalo de confianza del 95% en todos los casos.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

---

# 3.

## RESULTADOS



*UGR* Universidad  
de Granada

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

### 3.1.

#### Potencia máxima.

Los resultados descriptivos del grupo, muestran la media y la desviación típica de la potencia máxima antes (PMA) y después (PMD) de los combates (tabla 3.1 y figura 3.1).

Tabla 3.1. Estadísticos descriptivos de la PMA y la PMD de cada combate en el ejercicio de press en banca.

Medida	Media (W)	Desviación típ.	N
PMA1	778,08	306,79	12
PMD1	976,68	414,72	12
PMA 2	907,08	375,79	12
PMD2	1032,35	550,42	12
PMA 3	853,76	419,99	12
PMD3	991,52	415,54	12
PMA 4	823,51	473,19	12
PMD4	1092,90	438,29	12

PMA: Potencia máxima de los brazos desarrollada antes de los combates.

PMD: Potencia máxima de los brazos desarrollada después de los combates.

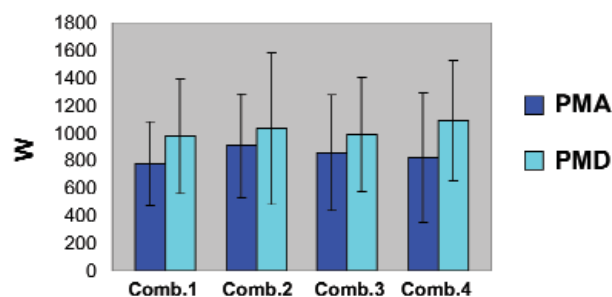


Figura 3.1. Media y desviación típica de la PMA y la PMD, en el ejercicio de press en banca.

El resultado para la comparación múltiple de las variables se muestra en la tabla 3.2, donde se corrobora la ausencia de cambios significativos en la PMA, aunque respecto al nivel de  $P = 0.058$ , podemos considerar que existe una significación práctica. Para la PMD, indica que sí existen diferencias significativas.

En las comparaciones por pares se muestra, en la tabla 3.3, que no hay cambios significativos de la PMA entre combates, excepto en la PMA entre los combates 1 y 2, y en la PMD entre los combates 3 y 4.

Tabla 3.2. Resultado del test de comparaciones múltiples sobre la PMA y la PMD de los combates.

Medida	Significación
PMA	0.058
PMD	<b>0.007</b>

PMA: Potencia máxima de los brazos desarrollada antes de los combates.

PMD: Potencia máxima de los brazos desarrollada después de los combates.

Tabla 3.3. Resultado del análisis comparativo de la PMA y la PMD de los combates.

Medida	combate	Significación(a)
PMA	1 vs. 2	<b>0.004</b>
	2 vs. 3	0.308
	3 vs. 4	0.182
	1 vs. 4	0.480
PMD	1 vs. 2	0.480
	2 vs. 3	0.875
	3 vs. 4	<b>0.010</b>
	1 vs. 4	0.034

PMA: Potencia máxima de los brazos desarrollada antes de los combates.

PMD: Potencia máxima de los brazos desarrollada después de los combates.

El análisis comparativo de las variables antes y después de cada combate se muestra en la tabla 3.4, donde se observa un cambio entre la PMA y la PMD en los combates 1 y 4, teniendo indicios de significación en el 3.

La PM relativa a la masa corporal de los judokas de nuestro estudio en el ejercicio de press en banca (fase concéntrica) es de  $10.06 \pm 3.17$  W/Kg, y la PM relativa a la masa magra, es de  $12.07 \pm 4.19$  W/Kg.

La potencia media relativa a la masa corporal de los judokas de nuestro estudio en el ejercicio de press en banca (fase concéntrica) es de  $4.51 \pm 1.20$  W/Kg, y la potencia media relativa a la masa magra es de  $5.50 \pm 1.43$  W/Kg.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Tabla 3.4. Estudio comparativo de la PMA y la PMD de cada combate.

Medida	Combate			
	1	2	3	4
PMA Vs. PMD	<b>0.019</b>	0.158	0.099	<b>0.002</b>

PMA: Potencia máxima de los brazos desarrollada antes de los combates.

PMD: Potencia máxima de los brazos desarrollada después de los combates.

**3.1.1.**

### **Correlaciones de la potencia máxima con la concentración de lactato sanguíneo.**

No existe correlación de la PMD de los combates con la máxima concentración de lactato después de los combates (LACT) (tabla 3.5).

Tabla 3.5. Correlación de la PMD de los combates con la concentración máxima de lactato después de los combates.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
LACT/1 – PMD1	-,527	,078	12
LACT/2 – PMD2	-,453	,161	11
LACT/3 – PMD3	-,515	,087	12
LACT/4 – PMD4	-,435	,158	12

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

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

PMD: Potencia máxima de los brazos desarrollada después de los combates.

LACT/1, 2, 3 ó 4: Concentración máxima de lactato sanguíneo después de los combates.

### 3.1.2.

#### Correlaciones de la potencia máxima con diferentes variables antropométricas.

Existe una correlación significativa de la PMA1, con el área total de los brazos (cm<sup>2</sup>), el área muscular de los brazos (cm<sup>2</sup>), la circunferencia del brazo contraído (cm), los Kg. de masa magra total y con los Kg. de masa corporal de los judokas (tabla 3.6) (figura 3.2).

Tabla 3.6. Correlación de la PMA1 con diferentes medidas antropométricas.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
PMA1 – Área total de los brazos	,767(**)	,006	11
PMA1 – Área muscular de los brazos	,763(**)	,006	11
PMA1 – Kg. de masa magra total	,629(*)	,038	11
PMA1 – Kg. de masa total	,693(*)	,012	12
PMA1 – Bíceps contraído	,775(**)	,005	11

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

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

PMA1: Potencia Máxima desarrollada antes del combate 1.



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

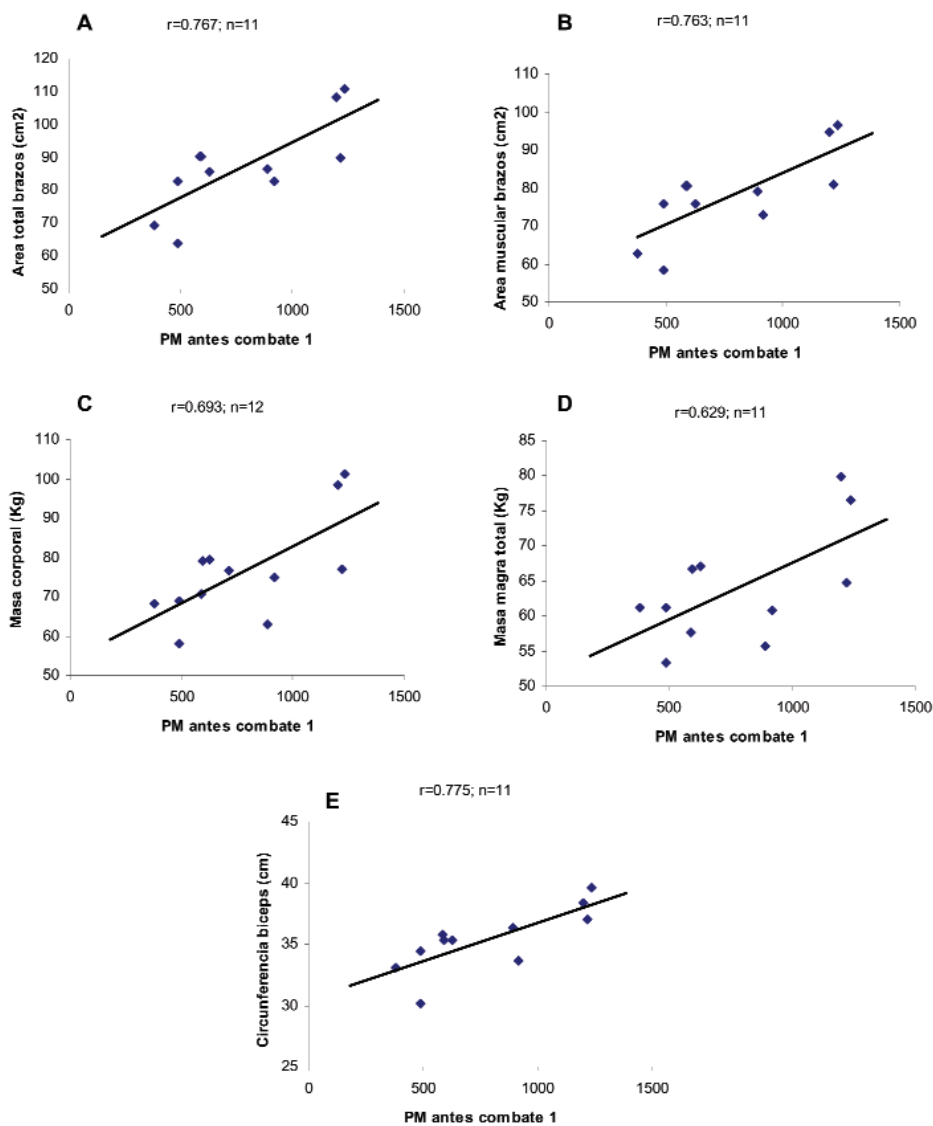


Figura 3.2. Relación entre la PMA1 y el área total de los brazos (A), el área muscular de los brazos (B), la masa corporal (C), la masa magra total (D) y la circunferencia del brazo contraído (E). Las correlaciones de Pearson ( $r$ ) y el número de sujetos ( $n$ ) se presentan en cada panel.

### 3.2.

#### Fuerza con la que se consigue la potencia máxima.

Los resultados descriptivos del grupo muestran la media y la desviación típica de la fuerza con la que se consigue la PM en el press en banca, antes (FA) y después (FD) de los combates (tabla 3.7 y figura 3.3).

Tabla 3.7. Estadísticos descriptivos de la FA y la FD.

Medida	Media (N)	Desviación típ.	N
FA1	565,00	130,43	12
FD1	610,02	137,87	12
FA2	613,56	140,92	11
FD2	609,18	180,11	11
FA3	595,93	141,93	12
FD3	620,84	172,62	12
FA4	540,45	127,25	11
FD4	609,62	137,56	11

FA: Fuerza con la que se consigue la PM antes de los combates.

FD: Fuerza con la que se consigue la PM después de los combates.

La prueba de efectos intrasujetos, nos muestra que no existen diferencias significativas en la fuerza con que los judokas consiguen la PM, entre los cuatro combates ( $P=0,101$ ), y además, no existe diferencias significativas entre la FA y la FD, tanto en general ( $P=0,188$ ), como en cada combate ( $P=0,171$ ) (tabla 3.8).

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

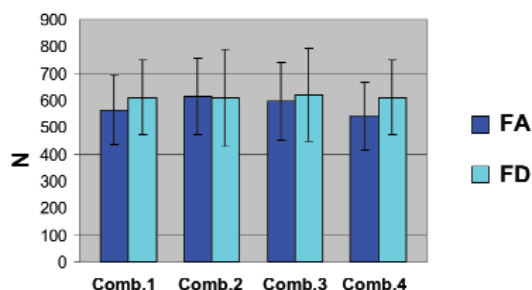


Figura 3.3. Media y desviación típica de la FA y la FD de los combates, mediante el ejercicio de press en banca.

Tabla 3.8. Análisis general del efecto de la sucesión de combates y el momento de la medida sobre la FA y la FD.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
Factor2	18129,791	1	18129,791	1,993	,188
Factor1	19546,648	3	6515,549	2,271	,101
Factor1 * Factor2	15685,037	3	5228,346	1,784	,171

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

Factor 1: Número de combate (4 niveles).

En la tabla 3.9 se muestra el análisis comparativo de las variables antes y después de cada combate. Se observa un cambio en el combate 4 entre la FA y la FD.

Tabla 3.9. Estudio comparativo de la FA y la FD.

Medida	Combate			
	1	2	3	4
FA Vs. FD	0.210	0.888	0.411	<b>0.001</b>

FA: Fuerza con la que se consigue la PM antes de los combates.

FD: Fuerza con la que se consigue la PM después de los combates.

Las comparaciones por pares muestran de nuevo que no existen cambios en la FA y FD (tabla 3.10) y tampoco los efectos del número de combates (tabla 3.11).

Tabla 3.10. Resultado del análisis comparativo de la FA y la FD.

Medida	(I) MOMENTO	(J) MOMENTO	Significación (a)
FUERZA	1	2	,188

Basadas en las medias marginales estimadas.

\* La diferencia de las medias es significativa al nivel ,05.

a Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

Tabla 3.11. Efecto de los combates en la fuerza con la que se consigue la PM.

Medida	(I) COMBATES	(J) COMBATES	Significación (a)
FUERZA	1	2	,494
		3	1,000
		4	1,000
	2	1	,494
		3	1,000
		4	,524
	3	1	1,000
		2	1,000
		4	1,000
	4	1	1,000
		2	,524
		3	1,000

Basadas en las medias marginales estimadas, a Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

### 3.2.1.

#### **Correlaciones de la fuerza con la que se consigue la potencia máxima, con la concentración de lactato sanguíneo.**

No existe correlación de la FD con el LACT (tabla 3.12).

Tabla 3.12. Correlación de la FD con el LACT.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
LACT/1 – FD1	-,319	,312	12
LACT/2 – FD2	-,126	,711	11
LACT/3 – FD3	-,235	,462	12
LACT/4 – FD4	,039	,910	11

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral); \* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral); FD: Fuerza con la que se consigue la PM después de los combates; LACT/1, 2, 3 ó 4: Concentración máxima de lactato sanguíneo después de los combates.

### 3.3.

#### **Velocidad con la que se consigue la potencia máxima.**

Los resultados descriptivos del grupo muestran la media y la desviación típica de la velocidad con la que se consigue la PM antes (VA) y después (VD) de los combates (tabla 3.13 y figura 3.4).

La prueba de efectos intrasujetos, nos muestra que no existen diferencias significativas en la V con la que se consigue la PM, desarrollada por los judokas entre los cuatro combates ( $P=0,216$ ). Si existen diferencias significativas entre la VA y VD, tanto en general ( $P=0,000$ ), como en cada combate ( $P=0,004$ ) (tabla 3.14).

Tabla 3.13. Estadísticos descriptivos de la VA y VD en cada combate.

Medida	Media (m/s)	Desviación típ.	N
VA1	1,41	0.49	12
VD1	1,60	0.49	12
VA2	1,46	0.51	12
VD2	1,58	0.45	12
VA3	1,43	0.57	12
VD3	1,62	0.46	12
VA4	1,40	0.48	12
VD4	1,70	0.42	12

VA: Velocidad con la que se consigue la PM antes de los combates.

VD: Velocidad con la que se consigue la PM después de los combates.

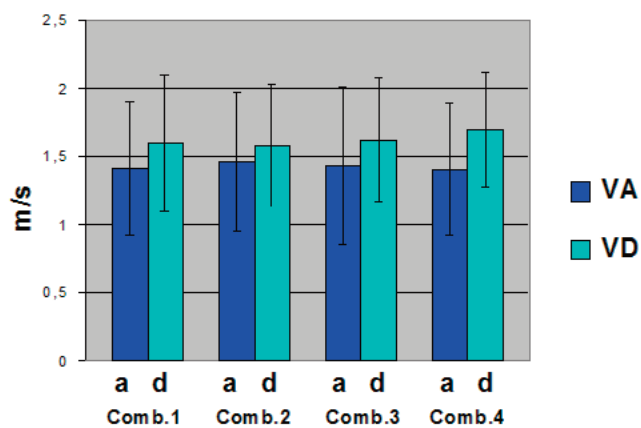


Figura 3.4. Media y desviación típica de la VA y la VD, en el ejercicio de press en banca.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Tabla 3.14. Análisis general del efecto de la sucesión de combates y el momento de la medida sobre la VA y la VD.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
<b>Factor2</b>	,981	1	,981	44,140	<b>,000</b>
<b>Factor1</b>	,024	3	,008	1,576	,216
<b>Factor1 * Factor2</b>	,115	3	,038	5,356	<b>,004</b>

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

Factor1: Número de combate (4 niveles).

El análisis comparativo de las variables antes y después de cada combate se muestra en la tabla 3.15 donde se observa un cambio entre la VA y VD en todos los combates.

Tabla 3.15. Resultado del cambio de la VA y VD en cada combate.

Medida	Combate			
	1	2	3	4
VA Vs. VD	<b>0.001</b>	<b>0.002</b>	<b>0.007</b>	<b>0.000</b>

VA: Velocidad con la que se consigue la PM antes de los combates.

VD: Velocidad con la que se consigue la PM después de los combates.

Las comparaciones por pares, muestran de nuevo los cambios en la VA y VD (tabla 3.16) y no los efectos del número de combates (tabla 3.17).

Tabla 3.16. Resultado del análisis comparativo de la VA y la VD.

Medida	(I) MOMENTO	(J) MOMENTO	Significación (a)
VELOCIDAD	1	2	<b>,000</b>

Basadas en las medias marginales estimadas.

\* La diferencia de las medias es significativa al nivel ,05.

a Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

Tabla 3.17. Efecto de los combates en la velocidad con que se consigue la PM.

Medida	(I) COMBATES	(J) COMBATES	Significación (a)
VELOCIDAD	1	2	1,000
		3	1,000
		4	,541
	2	1	1,000
		3	1,000
		4	,434
	3	1	1,000
		2	1,000
		4	1,000
	4	1	,541
		2	,434
		3	1,000

Basadas en las medias marginales estimadas.

a Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

### 3.3.1.

#### **Correlaciones de la velocidad con la que se consigue la potencia máxima, con la concentración de lactato sanguíneo.**

No existe correlación de la VD con el LACT (tabla 3.18).

Tabla 3.18. Correlación de la VD con el LACT.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
LACT/1 – VD1	-,398	,200	12
LACT/2 – VD2	-,574	,051	12
LACT/3 – VD3	-,445	,147	12
LACT/4 – VD4	-,387	,214	12

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

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

VD: Velocidad con la que se consigue la PM después de los combates.

LACT/1, 2, 3 ó 4: Concentración máxima de lactato sanguíneo después de los combates.

### 3.4.

#### **Carga óptima de trabajo con la que los judokas desarrollan la PM (% 1RM) y carga máxima (1RM) en el press en banca.**

Los judokas de nuestro estudio obtienen la PM en un porcentaje del 47 % de 1RM.

La media de la FDM o repetición máxima (1RM), solamente en la fase concéntrica, eliminando de esta forma la energía acumulada en la fase excéntrica, de los judokas de nuestro estudio fue de  $80.4 \pm 14.9$  Kg. (Tabla 3.19).

La FDM relativa a la masa corporal de los judokas de nuestro estudio en el ejercicio de press en banca (fase concéntrica) es de  $1.08 \pm 0.14$  Kg/Kg.

La FDM relativa a la masa magra de los judokas de nuestro estudio en el ejercicio de press en banca (fase concéntrica) es de  $1.28 \pm 0.15$  Kg/Kg.

## CAPÍTULO 3: RESULTADOS.

Tabla 3.19. Valores de la 1RM, % de 1RM con el que los sujetos desarrollan la PM, X y DT.

Sujeto	1RM (kg.)	Carga de la PM (kg.)	% de 1RM con el que desarrolla la PM
1	60	30	50 %
2	80	35	43,75 %
3	80	50	62,5
4	75	50	66,6 %
5	70	50	71,42 %
6	105	45	42,85 %
7	70	25	35,71 %
8	60	15	25 %
9	90	50	55,55 %
10	80	30	37,5 %
11	90	40	44,44 %
12	105	40	38,09 %
<b>Media</b>	<b>80,42</b>	<b>38,33</b>	<b>47,78%</b>
<b>DT</b>	<b>14,99</b>	<b>11,55</b>	<b>13,85 %</b>

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

### 3.4.1.

#### **Correlaciones de la 1RM con diferentes variables antropométricas.**

Existe una correlación significativa de la 1RM desarrollada en el test inicial con el área total de los brazos (cm<sup>2</sup>), el área muscular de los brazos (cm<sup>2</sup>), los Kg. de masa magra total, la circunferencia del brazo contraído y los Kg. de masa corporal total de los judokas (tabla 3.20) (figura 3.5 a y b).

Tabla 3.20. Correlación de la 1RM con diferentes medidas antropométricas.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
1RM – Área total de los brazos	,797(**)	,003	11
1RM – Área muscular de los brazos	,807(**)	,003	11
1RM – Kg. de masa magra total	,731(**)	,011	11
1RM – Kg. de masa total	,632 (*)	,027	12
1RM – Bíceps contraído	,835(**)	,001	11

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

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

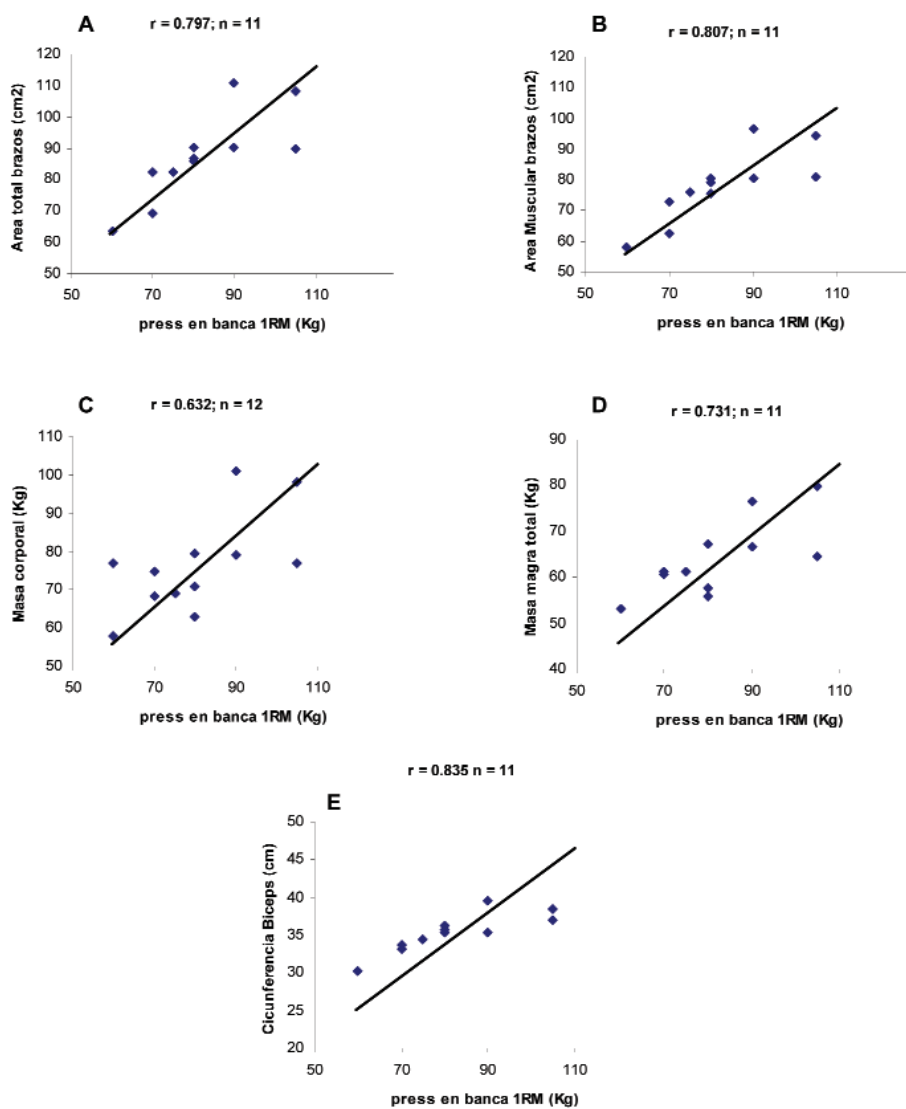


Figura 3.5. Relación entre la 1RM y el área total de los brazos (A), el área muscular de los brazos (B), la masa corporal (C), la masa magra total (D) y la circunferencia del brazo contraído (E). Las correlaciones de Pearson ( $r$ ) y el número de sujetos ( $n$ ) se presentan en cada panel.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

### 3.5.

#### **Fuerza Isométrica Máxima de la mano derecha e izquierda.**

Los valores de la media y la desviación típica de la fuerza isométrica máxima de la mano derecha (FIMD) e izquierda (FIMD) antes (FIMDA y FIMIA) y después (FIMDD y FIMID) de cada combate se muestran en la tabla 3.21 y en la figura 3.6.

Tabla 3.21. Estadísticos descriptivos de la FIM de la mano derecha e izquierda antes y después de cada combate.

Medida	Media (N)	N	Desviación típ.
FIMDA1	573,23	12	80,26
FIMDD1	503,50	12	59,74
FIMIA1	556,88	12	62,88
FIMID1	494,91	12	61,25
FIMDA2	525,08	12	75,16
FIMDD2	491,23	12	67,48
FIMIA2	518,13	12	75,18
FIMID2	478,81	12	71,61
FIMDA3	522,46	12	69,10
FIMDD3	491,15	12	66,89
FIMIA3	500,72	12	77,25
FIMID3	470,14	12	83,63
FIMDA4	520,99	12	85,50'
FIMDD4	497,12	12	70,82
FIMIA4	496,88	12	85,86
FIMID4	472,02	12	85,28

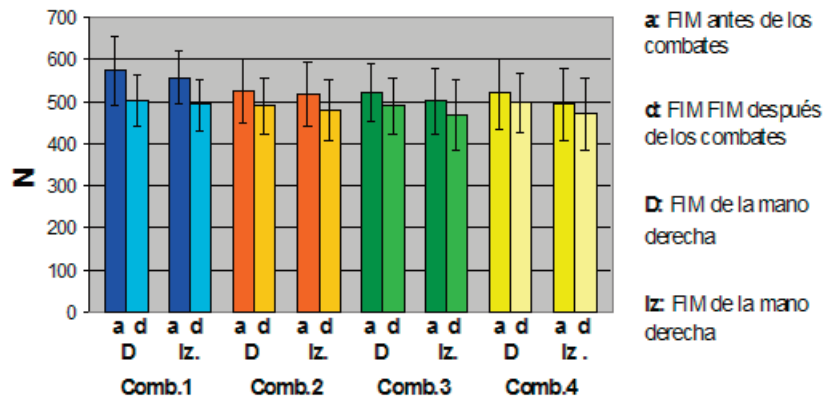
FIMDA: Fuerza isométrica máxima de la mano derecha antes de los combates.

FIMDD: Fuerza isométrica máxima de la mano derecha después de los combates.

FIMIA: Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda antes de los combates.

FIMID: Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda después de los combates.

Figura 3.6. Media y la desviación típica de la FIM de ambas manos, antes y después de cada combate.



El modelo lineal general muestra un efecto de la sucesión de combates en la dinamometría de la mano derecha y de la mano izquierda antes de los combates, pero no en la de después (tabla 3.22).

Tabla 3.22. Resultado del test de comparaciones múltiples sobre la dinamometría manual antes y después de los combates.

Medida	Significación
FIMDA	<b>0.005</b>
FIMDD	0.717
FIMIA	<b>0.000</b>
FIMID	0.070

FIMDA: Fuerza isométrica máxima de la mano derecha antes de los combates.  
 FIMDD: Fuerza isométrica máxima de la mano derecha después de los combates.  
 FIMIA: Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda antes de los combates.  
 FIMID: Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda después de los combates.

En las comparaciones por pares (tabla 3.23), se muestran los efectos de la dinamometría en la mano derecha e izquierda entre los combates 1 y 4 en ambos casos, aunque las diferencias se hacen patentes desde el combate 3 en la mano izquierda.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Tabla 3.23. Resultado del análisis comparativo de la dinamometría máxima de la mano derecha e izquierda antes y después de los combates.

Medida	combate	Significación(a)
FIMDA	1 vs. 2	0.177
	2 vs. 3	1.00
	3 vs. 4	1.00
	1 vs. 4	<b>0.049</b>
FIMDD	1 vs. 2	1.00
	2 vs. 3	1.00
	3 vs. 4	1.00
	1 vs. 4	1.00
FIMIA	1 vs. 2	0.073
	2 vs. 3	0.696
	3 vs. 4	1.00
	1 vs. 4	<b>0.005</b>
FIMDA	1 vs. 2	0.724
	2 vs. 3	1.00
	3 vs. 4	1.00
	1 vs. 4	0.283

FIMDA: Fuerza isométrica máxima de la mano derecha antes de los combates.

FIMDD: Fuerza isométrica máxima de la mano derecha después de los combates.

FIMIA: Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda antes de los combates.

FIMID: Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda después de los combates.

El análisis comparativo de las variables antes y después de cada combate se muestra en la tabla 3.24 donde, de forma general, se observan cambios en la dinamometría de la mano derecha e izquierda antes y después del combate 1, y en la dinamometría de la mano izquierda antes y después del combate 2.

Tabla 3.24. Resultado del cambio de FIM en la mano antes y después de cada combate.

Medida	Combate			
	1	2	3	4
FIMDA Vs. FIMDD	<b>0.000</b>	0.083	0.216	0.061
FIMIA Vs. FIMID	<b>0.000</b>	<b>0.047</b>	0.051	1.00

FIMDA: Fuerza isométrica máxima de la mano derecha antes de los combates.

FIMDD: Fuerza isométrica máxima de la mano derecha después de los combates.

FIMIA: Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda antes de los combates.

FIMID: Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda después de los combates.

La pérdida de FIM después de los cuatro combates es del  $12.55 \pm 11.58$  % en la mano derecha y de  $15.76 \pm 7.84$  % en la mano Izquierda.

La FIM de prensión manual de la mano derecha, relativa al peso corporal de los judokas es de 0.76 Kg/Kg, y la de la izquierda de 0.74 Kg/Kg.



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

### 3.5.1.

#### Correlaciones de la fuerza isométrica máxima con la concentración de lactato sanguíneo.

No existe correlación de la FIMDA, FIMDD, FIMIA y FIMID con el LACT, con la excepción de la FIMDD1, FIMDD2 y FIMDD4, FIMDA3, la FIMID2 y FIMID3 (tabla 3.25).

Tabla 3.25. Correlaciones del LACT con la FIMA y la FIMD en ambas manos.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
LACT/1 – FIMDA1	-,300	,344	12
LACT/1 – FIMIA1	-,063	,846	12
LACT/1 – FIMDD1	<b>-,577(*)</b>	<b>,050</b>	<b>12</b>
LACT/1 – FIMID1	-,248	,437	12
LACT/2 – FIMDA2	-,080	,805	12
LACT/2 – FIMIA2	-,195	,544	12
LACT/2 – FIMDD2	<b>-,624(*)</b>	<b>,030</b>	<b>12</b>
LACT/2 – FIMID2	<b>-,651(*)</b>	<b>,022</b>	<b>12</b>
LACT/3 – FIMDA3	<b>-,590(*)</b>	<b>,044</b>	<b>12</b>
LACT/3 – FIMIA3	-,521	,082	12
LACT/3 – FIMDD3	-,557	,060	12
LACT/3 – FIMID3	<b>-,604(*)</b>	<b>,037</b>	<b>12</b>
LACT/4 – FIMDA4	-,500	,098	12
LACT/4 – FIMIA4	-,394	,205	12
LACT/4 – FIMDD4	<b>-,586(*)</b>	<b>,045</b>	<b>12</b>
LACT/4 – FIMID4	-,492	,104	12

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

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

FIMDA: Fuerza isométrica máxima de la mano derecha antes de los combates.

FIMDD: Fuerza isométrica máxima de la mano derecha después de los combates.

FIMIA: Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda antes de los combates.

FIMID: Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda después de los combates.

LACT/1, 2, 3 ó 4: Concentración máxima de lactato sanguíneo después de los combates.

### 3.5.2.

#### Correlaciones de la fuerza isométrica máxima con la masa corporal de los judokas.

Existe correlación de la FIMDA1 con los Kg. de masa corporal total de los judokas, pero no la de la FIMIA1 (tabla 3.26) (figura 3.7).

Tabla 3.26. Correlación de la FIMDA1 y FIMIA1 con la masa corporal.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
<b>FIMDA1 – Kg. masa corporal</b>	,689(*)	,013	12
<b>FIMIA1 – Kg. masa corporal</b>	,295	,352	12

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

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

FIMDA1: Fuerza isométrica máxima de la mano derecha antes del combate 1

FIMIA1: Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda antes del combate 1

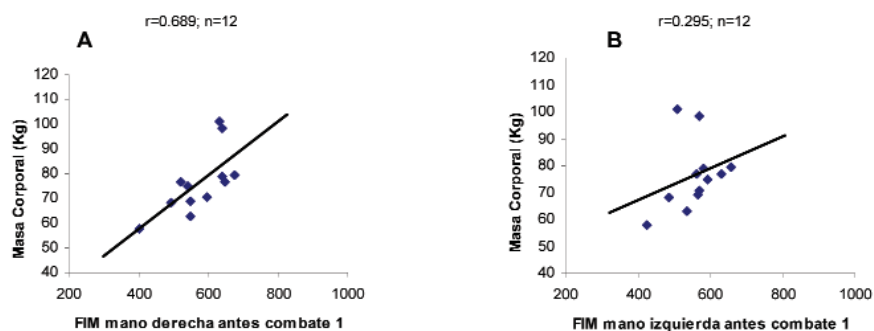


Figura 3.7. Relación entre la masa corporal de los judokas y la FIMD (A) y la FIMI (B). Las correlaciones de Pearson ( $r$ ) y el número de sujetos ( $n$ ) se presentan en cada panel.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

### 3.6.

#### Correlaciones entre las variables dependientes.

No existe correlación de la 1RM, con el % de 1RM con el que los judokas consiguen su PM (Tabla 3.27).

Tabla 3.27. Correlación de la 1RM con el % 1RM con el que los judokas consiguen su PM.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
1RM – % de 1RM con el que los judokas desarrollan la PM	-,052	,871	12

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

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

1RM: Carga máxima en Kg. que los judokas levantan en el ejercicio de press en banca.

% 1RM: % de la carga máxima con el que los judokas consiguen su PM.

Existe una correlación significativa ( $P < 0,05$ ) de 1RM con la PMA1 (Tabla 3.28).

Tabla 3.28. Correlación de la 1RM con la PMA1.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
1RM – PMA1	<b>,699(*)</b>	<b>,011</b>	<b>12</b>

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

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

1RM: Carga máxima en Kg. que los judokas levantan en el ejercicio de press en banca.

PMA1: Potencia máxima desarrollada antes del combate 1.

Existe una correlación altamente significativa ( $P < 0,01$ ) de 1RM con la FA1 (Tabla 3.29).

Tabla 3.29. Correlación de la 1RM con la FA1.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
1RM – FA1	<b>,746(**)</b>	<b>,005</b>	<b>12</b>

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

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

1RM: Carga máxima en Kg. que los judokas levantan en el ejercicio de press en banca.

FA1: Fuerza con la que se consigue la PM, desarrollada antes del combate 1.

No existe correlación de 1RM con la VA1 (Tabla 3.30).

Tabla 3.30. Correlación de la 1RM con la VA1.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
1RM – VA1	,164	,609	12

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

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

1RM: Carga máxima en Kg. que los judokas levantan en el ejercicio de press en banca.

VA1: Velocidad con la que se consigue la PM, desarrollada antes del combate 1.

No existe correlación del % 1RM con el que los judokas consiguen su PM, con la PMA y la PMD, excepto con la PMA2 y la PMA3, donde se da una correlación significativa (tabla 3.31).

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Tabla 3.31. Correlación del % 1RM con el que los judokas consiguen la PM, con la PMA y la PMD.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
% 1RM – PMA1	-,570	,053	12
% 1RM – PMD1	-,562	,057	12
% 1RM – PMA2	<b>-,599(*)</b>	<b>,039</b>	<b>12</b>
% 1RM – PMD2	-,303	,365	11
% 1RM – PMA 3	<b>-,613(*)</b>	<b>,034</b>	<b>12</b>
% 1RM – PMD3	-,424	,169	12
% 1RM – PMA4	-,527	,096	11
% 1RM – PMD4	-,431	,162	12

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

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

% 1RM: % de la carga máxima con el que los judokas consiguen su PM.

PMA: Potencia máxima de los brazos desarrollada antes de los combates.

PMD: Potencia máxima de los brazos desarrollada después de los combates.

No existe correlación de % 1RM con el que los judokas consiguen su PM, con la FA y la FD (tabla 3.32).

Existe una correlación significativa del % 1RM, con la VA y VD (tabla 3.33).

Tabla 3.32. Correlación del % 1RM con el que los judokas consiguen la PM, con la FA y la FD.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
% 1RM – FA1	,468	,125	12
% 1RM – FD1	,237	,459	12
% 1RM – FA2	,406	,191	12
% 1RM – FD2	,438	,177	12
% 1RM – FA3	,257	,421	11
% 1RM – FD3	,360	,250	12
% 1RM – FA4	,142	,660	12
% 1RM – FD 4	,505	,113	11

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

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

% 1RM: % de la carga máxima con la que los judokas consiguen su PM.  
 FA: Fuerza con la que se consigue la PM, desarrollada antes de los combates.  
 FD: Fuerza con la que se consigue la PM, desarrollada después de los combates.

Tabla 3.33. Correlación del % 1RM con el que los judokas consiguen la PM, con la VA y VD.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
% 1RM – VA1	<b>-,934(**)</b>	<b>,000</b>	<b>12</b>
% 1RM – VD1	<b>-,929(**)</b>	<b>,000</b>	<b>12</b>
% 1RM – VA2	<b>-,939(**)</b>	<b>,000</b>	<b>12</b>
% 1RM – VD2	<b>-,920(**)</b>	<b>,000</b>	<b>12</b>
% 1RM – VA3	<b>-,914(**)</b>	<b>,000</b>	<b>12</b>
% 1RM – VD3	<b>-,934(**)</b>	<b>,000</b>	<b>12</b>
% 1RM – VA4	<b>-,896(**)</b>	<b>,000</b>	<b>12</b>
% 1RM – VD 4	<b>-,929(**)</b>	<b>,000</b>	<b>12</b>

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

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

% 1RM: % de la carga máxima con la que los judokas consiguen su PM.

VA: Velocidad con la que se consigue la PM, desarrollada antes de los combates.

VD: Velocidad con la que se consigue la PM, desarrollada después de los combates.

Existe correlación de la 1RM con la PMA y la PMD, excepto con la PMD1 y la PMD2 (tabla 3.34).

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Tabla 3.34 Correlaciones de la 1RM con la PMA y la PMD.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
1RM – PMA1	<b>,699(*)</b>	<b>,011</b>	<b>12</b>
1RM – PMD1	,562	,057	12
1RM – PMA2	<b>,701(*)</b>	<b>,011</b>	<b>12</b>
1RM – PMD2	,493	,123	11
1RM – PMA3	<b>,677(*)</b>	<b>,016</b>	<b>12</b>
1RM – PMD3	<b>,705(*)</b>	<b>,010</b>	<b>12</b>
1RM – PMA4	<b>,625(*)</b>	<b>,040</b>	<b>11</b>
1RM – PMD4	<b>,730(**)</b>	<b>,007</b>	<b>12</b>

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

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

1RM: Carga máxima en Kg. que los judokas levantan en el ejercicio de press en banca.

PMA: Potencia máxima de los brazos desarrollada antes de los combates.

PMD: Potencia máxima de los brazos desarrollada después de los combates.

### 3.7.

#### Composición corporal de los judokas.

En la tabla 3.35 se observan las principales características antropométricas de los judokas de nuestro estudio.

Tabla 3.35. Características antropométricas de los judokas del estudio.

Variable	Sujetos
Edad (años)	22.0 ± 3.2
Peso (Kg)	76.3 ± 12.7
Talla (cm)	176.4 ± 6.5
Porcentaje graso (Durnin & Womersley, 1974)	15.3 ± 4.7
Masa magra o muscular (Kg)	64.07 ± 8.21
Diámetro Epicóndilo del Fémur (cm)	10.1 ± 0.6
Diámetro Epicóndilo del Húmero (cm)	7.0 ± 0.4
Circunferencia brazo relajado (cm)	33.0 ± 2.6
Circunferencia brazo contraído (cm)	35.4 ± 2.6
Circunferencia pierna (cm)	38.1 ± 3.1
Área total de los brazos (cm <sup>2</sup> )	87.3 ± 13.9
Área muscular de los brazos (cm <sup>2</sup> )	78.0 ± 11.4
Área grasa de los brazos (cm <sup>2</sup> )	9.3 ± 2.8
ENDO	2.5 ± 0.8
MESO	6.1 ± 0.9
ECTO	1.9 ± 0.8



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

### 3.8.

#### VARIABLES PARA EL CONTROL DEL ESFUERZO.

##### 3.8.1.

#### Estructura temporal de los combates.

Se han estudiado 24 combates, de una duración real de 5 min cada uno. Estos 5 min se han dividido en 5 unidades de tiempo real (UTE), por combate, cada una de 1 min de duración real, que corresponden a 120 UTEs en total. A las unidades de tiempo real del minuto uno, se le han denominado UTE1 y así sucesivamente hasta la UTE5.

La duración media total de los combates analizados en el estudio es de  $7.23 \pm 1.11$  min.

En la tabla 3.36 se observa un incremento de la media del número de pausas del UTE1 al UTE5, manteniéndose prácticamente constante en los UTE2, UTE3 y UTE 4, para volver a aumentar en el UTE5. El número total de pausas durante los combates fue de  $13.58 \pm 2.63$ .

Tabla 3.36. Media y desviación típica del número de pausas en cada minuto y en el total de los combates.

	UTE 1	UTE 2	UTE 3	UTE 4	UTE 5	TOTAL COMBATES
<b>Medias</b>	1.66	2.66	2.62	2.79	3.83	13.58
<b>DS</b>	(0.63)	(0.63)	(0.97)	(0.83)	(1.20)	(2.63)

UTE: Unidad de tiempo real

En la tabla 3.37 y en la figura 3.8 se observa que el tiempo total de pausa o descanso (TD) por UTE se incrementa, en general, del UTE1 al UTE5 de combate, excepto en el UTE3 que sufre un leve descenso. Sin embargo los tiempos de trabajo por UTE (TR) muestran un comportamiento más homogéneo, con un aumento del UTE1 al UTE 2 y del UTE3 al UTE4. El tiempo total de pausa durante los combates fue de 3 min 16 s  $\pm 47.83$  s y el tiempo total de trabajo fue de 3 min 48 s  $\pm 21.22$  s.

Tabla 3.37. Media del tiempo total de pausa y de trabajo por UTE.

Variable	UTE 1	UTE 2	UTE 3	UTE 4	UTE 5	TOTAL COMBATES
<b>TD</b>	33.37''	41''	32.33''	44.62''	45.08''	3'16''
<b>DT</b>	(16.23)	(20.16)	(13.07)	(20.67)	(19.06)	(47.83'')
<b>TTR</b>	39.37''	45.5''	45.58''	45.46''	52.46''	3'48''
<b>DS</b>	(7.56)	(7.30)	(6.32)	(5.67)	(8.40)	(21.22'')

TD: Media del tiempo total de pausa (en cada UTE y en el total de los combates). TR: Media del tiempo total de trabajo (en cada UTE y en el total de los combates). DS: Desviación típica.

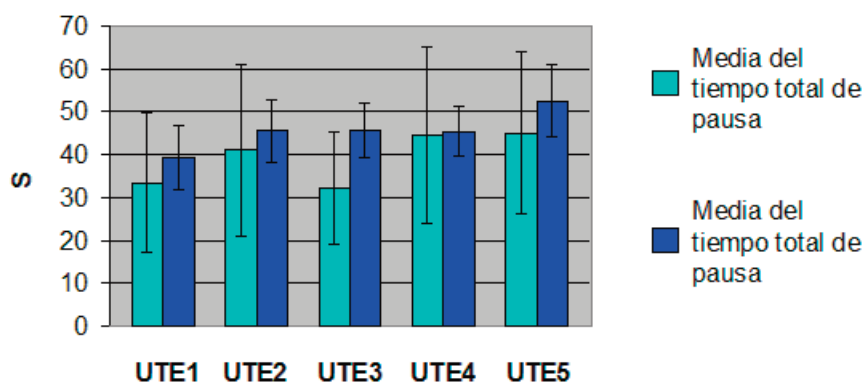


Figura 3.8. Tiempo de pausa y de trabajo por UTE.

En la tabla 3.38 y en la figura 3.9 se observa que los tiempos por secuencia de trabajo descenden gradualmente especialmente en los últimos dos min. Sin embargo, los tiempos por cada secuencia de pausa, aumentan a lo largo del combate, excepto en el UTE2 y el UTE4. La media de la secuencia de pausa durante los combates es de  $13.79 \pm 9.47$  s y la media de la secuencia de trabajo es  $13.95 \pm 9.09$  s.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Tabla 3.38. Media de los tiempos por secuencia de pausa y de trabajo por UTE.

Variable	UTE 1	UTE 2	UTE 3	UTE 4	UTE 5	TOTAL COMBATE
<b>TSPA</b>	12.51''	15.22''	12.32''	16.13''	12.96''	13.79''
<b>DS</b>	(9.44)	(12.09)	(7.33)	(9.92)	(7.97)	(9.47)
<b>TSTR</b>	16.58''	15.17''	14.66''	13.02''	11.89''	13.95''
<b>DS</b>	(11.29)	(8.42)	(9.58)	(9.28)	(7.13)	(9.09)

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). DS: Desviación típica.

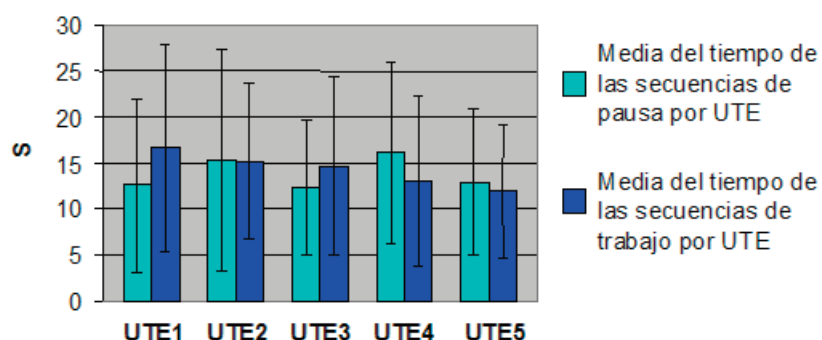


Figura 3.9. Media y desviación típica del tiempo de las secuencias de pausa y de trabajo por UTE.

**3.8.2.****Acúmulo y aclaramiento de ácido láctico.**

Los valores de la media y la desviación típica de la concentración de lactato sanguíneo en los minutos 1, 3 y 14 (LACT1, LACT3 y LACT14 respectivamente) después de cada combate se muestran en la tabla 3.39 y en la gráfica 3.10. Tras el análisis de los resultados, 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  $10.86 \pm 3.73$ ,  $12.33 \pm 4.51$ ,  $9.29 \pm 3.49$  y  $7.82 \pm 1.95$  mmol/l a los 14 min después de acabar el combate 1, 2, 3 y 4 respectivamente. El lactato máximo se alcanza en el minuto 1 después de los combates, excepto en el combate 2.

Tabla 3.39. Estadísticos descriptivos para el LACT1, LACT3 y LACT14.

Medida	Media (mmol/l)	Desv. típ.	N
LACT1/1	16,42	3,29	10
LACT3/1	<b>16,66</b>	4,88	10
LACT14/1	10,86	3,73	10
LACT1/2	<b>16,63</b>	3,66	10
LACT3/2	15,35	3,70	10
LACT14/2	12,33	4,51	10
LACT1/3	<b>14,87</b>	4,58	10
LACT3/3	14,10	5,11	10
LACT14/3	9,29	3,49	10
LACT1/4	<b>14,00</b>	3,18	10
LACT3/4	11,92	2,41	10
LACT14/4	7,82	1,95	10

LACT1: Concentración máxima de lactato sanguíneo al min 1 después de los combates.

LACT3: Concentración máxima de lactato sanguíneo al min 3 después de los combates.

LACT14: Concentración máxima de lactato sanguíneo al min 14 después de los combates.

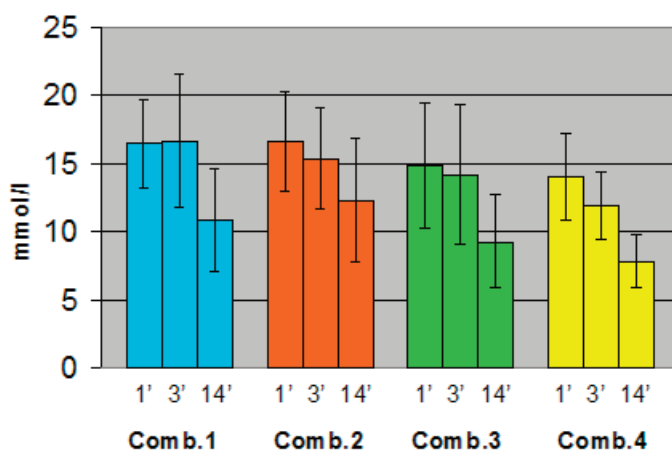


Figura 3.10. Media y desviación típica del LACT1, LACT3 y LACT14).

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

El resultado para la comparación múltiple de la variable de la concentración de lactato sanguíneo se muestra en la tabla 3.40, donde se muestra que existen diferencias entre los lactatos obtenidos en los min 1, 3 y 14 después de los combates.

Las comparaciones por pares muestran, en la tabla 3.41, que existen cambios significativos en los lactatos hallados en el min 1, entre los combates 2 y 3 y 1 y 4; en el min 3 entre los combates 1 y 4; y en el minuto 14, entre los combates 2 y 3, 3 y 4 y 1 y 4.

El aclaramiento medio por minuto durante los sucesivos combates es de  $0.56 \pm 0.28$  mmol/l/min.

Tabla 3.40. Resultado del test de comparaciones múltiples sobre las concentraciones de lactato después de cada combate.

Lactato (mmol/l)	Significación
<b>LACT1</b>	<b>0.010</b>
<b>LACT3</b>	<b>0.003</b>
<b>LACT14</b>	<b>0.009</b>

LACT1: Concentración máxima de lactato sanguíneo al min. 1 después de los combates.

LACT3: Concentración máxima de lactato sanguíneo al min. 3 después de los combates.

LACT14: Concentración máxima de lactato sanguíneo al min. 14 después de los combates.

Tabla 3.41. Resultado del análisis comparativo de la concentración sanguínea de ácido láctico después de los combates.

Medida (mmol/l)	combate	Significación (a)
<b>LACT1</b>	1 vs. 2	0.929
	2 vs. 3	<b>0.016</b>
	3 vs. 4	0.374
	1 vs. 4	<b>0.015</b>
<b>LACT3</b>	1 vs. 2	0.367
	2 vs. 3	0.108
	3 vs. 4	0.075
	1 vs. 4	<b>0.003</b>
<b>LACT14</b>	1 vs. 2	0.202
	2 vs. 3	<b>0.028</b>
	3 vs. 4	<b>0.050</b>
	1 vs. 4	<b>0.012</b>

LACT1: Concentración de lactato sanguíneo al min. 1 después de los combates.

LACT3: Concentración de lactato sanguíneo al min. 3 después de los combates.

LACT14: Concentración de lactato sanguíneo al min. 14 después de los combates.

### 3.8.2.1.

#### Correlaciones entre las concentraciones máximas de lactato.

Existe una correlación altamente significativa entre las concentraciones máximas de lactato después de los combates (tabla 3.42).

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Tabla 3.42. Correlaciones entre las concentraciones máximas de lactato.

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
LACT/1 – LACT/2	,813(**)	,001	12
LACT/1 – LACT/3	,717(**)	,009	12
LACT/1 – LACT/4	,716(**)	,009	12
LACT/2 – LACT/3	,912(**)	,000	12
LACT/2 – LACT/4	,798(**)	,002	12
LACT/3 – LACT/4	,781(**)	,003	12

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

LACT/1, 2, 3 ó 4: Concentración máxima de lactato sanguíneo después de los combates.

**3.8.2.2.**

### **Correlaciones entre las concentraciones máximas de lactato con los Kg. de masa corporal de los judokas.**

Existe correlación altamente significativa entre la masa corporal de los judokas y las concentraciones máximas de lactato después de los combates 1, 2 y 3, y una significación práctica en el combate 4 (tabla 3.43 y figura 3.11)

Tabla 3.43. Correlación entre la masa corporal y la concentración máxima de lactato después de los combates.

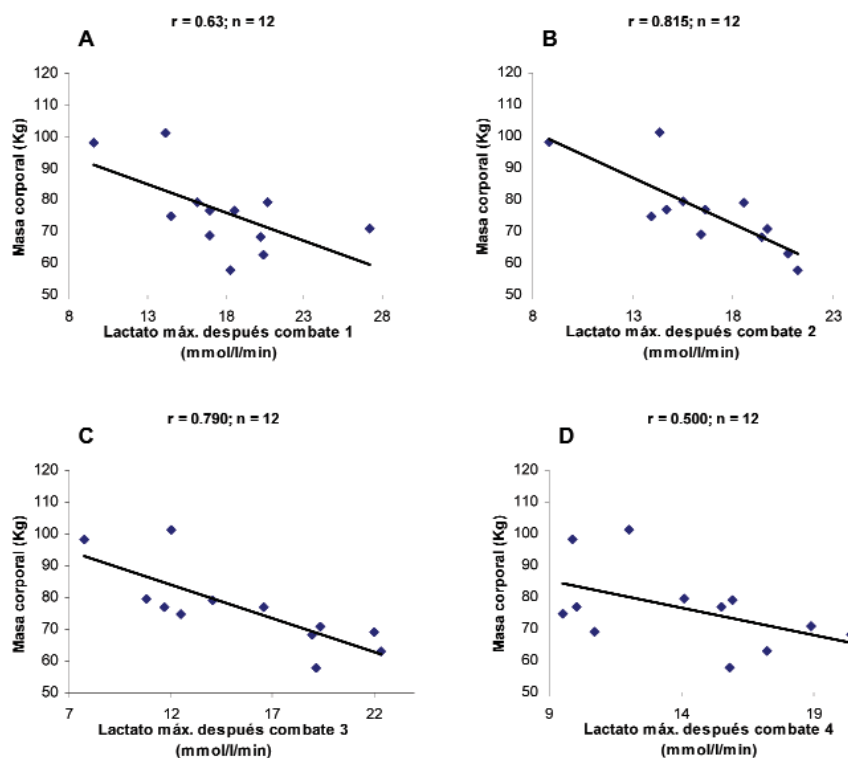
	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
Kg. de masa corporal – LACT/1	-0.722(**)	,008	12
Kg. de masa corporal – LACT/2	-0.815(**)	,001	12
Kg. de masa corporal – LACT/3	-,790(**)	,002	12
Kg. de masa corporal – LACT/4	-0.500	,098	12

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

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

LACT/1, 2, 3 ó 4: Concentración máxima de lactato sanguíneo después de los combates.

Figura 3.11. Relación entre la masa corporal de los judokas y el LACT1 (A), LACT2 (B), LACT3 (C) y LACT4 (D). Las correlaciones de Pearson ( $r$ ) y el número de sujetos ( $n$ ) se presentan en cada panel.



### 3.8.3.

#### Frecuencia cardiaca.

Los valores de la media y la desviación típica de la FC registrada durante los combates se muestran en la tabla 3.44 y en la figura 3.12. La media de los combates oscila entre 179 y 184 ppm con una desviación entre 6.21 y 7.71 ppm.



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Tabla 3.44. Media y desviación típica de la FC durante los combates.

Medida	Media (ppm)	Desv. típ.	N
FC1	184.38	7.71	12
FC2	181.12	4.83	12
FC3	181.21	5.48	12
FC4	179.25	6.21	12

FC1, 2, 3 ó 4: Frecuencia cardiaca durante cada combate.

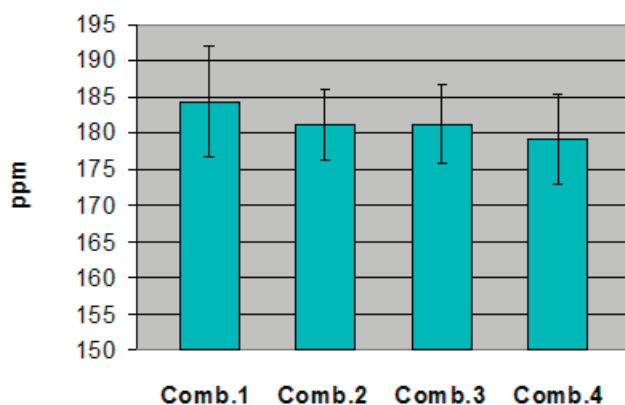


Figura 3.12. Media y desviación típica de la FC durante los combates.

Aplicando el modelo lineal general para medidas repetidas, nos muestra que no existen diferencias significativas entre las medias de las frecuencia cardiacas, durante los combates ( $p=0.004$ ) (tabla 3.45).

En las comparaciones por pares se muestra, en la tabla 3.46, que no hay cambios significativos de la frecuencia cardiaca durante los combates, excepto en la frecuencia cardiaca durante los combates 1 y 4.

Tabla 3.45. Análisis general del efecto de la sucesión de combates sobre la FC.

Fuente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Significación
facfcm1	147,428	3	49,143	5,258	,004
Error(facfcm1)	308,417	33	9,346		

Tabla 3.46. Resultado del análisis comparativo de la FC durante los combates.

Medida	combate	Significación(a)
FC	1 vs. 2	,440
	1 vs. 3	,150
	1 vs. 4	<b>,009</b>
	2 vs. 3	1,000
	2 vs. 4	,688
	3 vs. 4	,601

FC: Frecuencia cardíaca durante los combates.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

---

# 4.

## DISCUSIÓN



UGR

Universidad  
de Granada

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

## 4.1.

### **Potencia máxima.**

Potencia es la habilidad del sistema neuromuscular de producir trabajo en un periodo de tiempo dado, o alternativamente, la producción de fuerza que puede ser ejercida para una determinada velocidad de movimiento (Hori y col, 2005).

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 ésta se constituye en la magnitud de referencia en la relación fuerza - velocidad (González-Badillo y Gorostiaga, 1995; Manno, 1990).

Lo más importante para nosotros es el mejor producto fuerza-velocidad conseguido a través del movimiento, es decir, la PM, que se ha considerado como el URM, ya que es el óptimo producto de la fuerza y velocidad, es decir, la situación en la que se obtiene el máximo rendimiento mecánico (González-Badillo y Ribas, 2002).

Muchos deportes involucran movimientos que requieren generar una gran fuerza durante un corto periodo de tiempo (Mcbride y col, 1999). Entre estos movimientos se incluyen las proyecciones, como es el caso del Judo. En tales actividades la potencia es la principal causa del rendimiento (Baker, 2001 a y b; Haff y col, 2001; Newton y col, 1994).

En algunos deportes (Judo, Lucha, Piragüismo, Remo) la capacidad de los brazos de desarrollar un esfuerzo supramáximo juega un importante papel en el éxito deportivo (Sharp y Koutedakis, 1987). Los estudios realizados por Banovic (2001), Borges (1999), Franchini y col (1999), Callister y col (1991) y Lucic (1989), ponen de manifiesto la importancia de la fuerza de los brazos en el rendimiento en Judo.

Así Banovic (2001), en un estudio realizado a 131 judokas universitarios croatas, observaron, que los sujetos con mayor fuerza de brazos eran los que tenían más éxito en los combates.

Borges (1999) afirma que en el Judo actual, muchas de las estrategias se desarrollan en relación a la problemática del kumi kata (el agarre), y para mejorar en este sentido, es necesario desarrollar a la vez la fuerza de agarre y la fuerza de tracción y empuje de los brazos.

Franchini y col (1999), en un estudio con judokas brasileños concluye que los medallistas nacionales e internacionales tienen mayor potencia en los brazos que los judokas de nivel nacional. Callister y col (1991), investigaron al equipo nacional de Estados Unidos, y determinaron que la variable que distinguía a las judokas de más éxito de las de menor nivel competitivo, era la fuerza de los flexores y extensores de los brazos. Lucic (1989), realizó 17 test a 91 judokas universitarios de la antigua Yugoslavia, llegando a la conclusión de que la fuerza en el press en banca es uno de los test de mayor fiabilidad para pronosticar el nivel técnico y competitivo de los judokas.

Izquierdo y col (2002), en su estudio con deportistas de diferentes disciplinas, encontró que la potencia media de los brazos medida con el ejercicio de press banca solo en la fase concéntrica fue de  $391 \pm 85$  W para los halterófilos,  $348 \pm 67$  W para jugadores de balonmano,  $225 \pm 35$  W para corredores de medio fondo,  $200 \pm 38$  W para ciclistas y  $224 \pm 47$  W para deportistas universitarios de nivel recreacional.

Los judokas de nuestro estudio tienen una potencia media de  $347 \pm 115$  W antes del combate 1, por lo que se puede afirmar, que respecto a la potencia media de los brazos, se encuentran encuadrados entre los deportistas de fuerza y potencia como halterofilos y jugadores de balonmano.

Respecto a la PM, Baker (2001d) publicó valores de entre  $635 \pm 87$ ,  $561 \pm 57$  y  $499 \pm 81$  W en jugadores de fútbol americano de diferentes niveles competitivos (profesionales, semiprofesionales y jugadores jóvenes universitarios respectivamente) en press en banca lanzado en una máquina Smith.

Según los resultados expuestos en la tabla 3.1 y la gráfica 3.1, en nuestro estudio, la PMA1 es de  $778.08 \pm 306.79$  W, superior a los jugadores de fútbol americano, posiblemente por las mayores resistencias externas a las que se ven sometidos los judokas en los brazos y a la necesidad de aplicar grandes niveles de fuerza en un espacio de tiempo muy reducido, para que la técnica sea eficaz. Aunque debemos ser cautos en esta interpretación, debido a los diferentes protocolos y aparatos de medición utilizados.

En los deportes en los que se compite por categorías de peso, como es el caso del Judo, lo que interesa no es la potencia absoluta, sino la potencia relativa que tiene el sujeto. Dicha potencia relativa se mide en vatios/Kilogramos de masa corporal. La PM relativa a la masa corporal de nuestros judokas es de  $10.06 \pm 3.17$  W/kg (W/kg), y la PM relativa a la masa magra de nuestros judokas es de  $12.07 \pm 4.19$  W/kg.

La potencia media relativa a la masa corporal de nuestros judokas en el ejercicio de press en banca, solamente en la fase concéntrica, es de  $4.50 \pm 1.20$  W/Kg, inferior a lo registrado por Izquierdo y col (2002) en halterofilos ( $4.86 \pm 0.91$  W/Kg), y superior a los jugadores de balonmano ( $4.22 \pm 0.78$  w/Kg), ciclistas ( $2.82 \pm 0.48$  W/Kg), corredores de medio fondo ( $3.36 \pm 0.42$  W/Kg) y grupo control ( $3.24 \pm 0.43$  W/Kg) analizados en el mismo estudio en la fase concéntrica, lo que sitúa a nuestros judokas, en lo que respecta a la potencia de los brazos, en el perfil de los deportistas de más potentes.

En la tabla 3.2 se muestra el resultado para la comparación múltiple de las variables, donde se observa la ausencia de cambios en la PMA aunque muestra una significación práctica ( $P = 0.058$ ). Sin embargo, sí existen diferencias entre las PMD ( $p < 0.05$ ), lo que nos lleva a afirmar que existe un incremento de la PMD, inducida por estos, disminuyendo su efecto durante los 15 min de descanso pasivo.

Los estudios de Sale (2002), Abbate y col (2000), Verkhoshansky (2000), Gullich (1995) y Vandervoort y col (1983) han demostrado un incremento en la respuesta muscular contráctil al realizar ejercicios explosivos después de producir contracciones musculares

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

máximas, lo que se ha denominado potenciación post-activación (PAP).

Hamada y col (2000) concluyen que la potenciación se ve incrementada tanto en entrenamiento de resistencia como entrenamiento de fuerza. El entrenamiento de resistencia provocaría, por un lado, una mayor cantidad de fosforilación de la cadena liviana de miosina reguladora (CLMR) en las fibras lentas, y por otro, una mayor resistencia a la fatiga, lo cual permitiría la prevalencia de la potenciación en la competencia que ésta realiza con la fatiga. En este sentido, en el combate de Judo existen altas necesidades de FE (Nakanishi, 2003; Visser, 1998; García, 1996; Sanchís y col., 1991), de FDM (Lainer, 1984) y de resistencia a la fuerza dinámica (García, 2004; Sikowski, 2002; Takahashi, 1992).

Sale (2002), propone que después del estímulo desencadenante de la potenciación, comienzan a coexistir la potenciación y la fatiga, pero la fatiga se disipa rápidamente, antes de que la potenciación decaiga, excediendo de este modo el rendimiento contráctil obtenido previamente.

De acuerdo con Sale (2002) y Hamada y col (2000), la fatiga producida por los combates de nuestro estudio se habría ido eliminando en los periodos de descanso durante el combate, prevaleciendo la potenciación, que va disminuyendo durante los 15 min de descanso entre combates.

Gareth y Lees (2005), afirman que el perfil temporal de la PAP cambia con la intensidad del ejercicio que lo induce. Así, afirman que los ejercicios de FM inducían un incremento de la fuerza a los 15 a 20 min de terminar la última repetición (PAP retardada), sin embargo los ejercicios de potencia producían un incremento de la fuerza justo después de terminar la última repetición (PAP inmediata).

La tabla 3.4 muestra el análisis comparativo de las variables antes y después de cada combate, donde se observa un cambio en la PMA respecto a la PMD en los combates 1 y 4, donde, de acuerdo con Gareth y Lees (2005), se produciría una PAP inmediata, con un predominio los ejercicios de potencia durante el combate.

En las comparaciones por pares, la tabla 3.3 muestra que existen diferencias significativas en la PMA entre los combates 1 y 2, donde, de acuerdo con Gareth y Lees (2005), se produciría una PAP retardada, con un predominio los ejercicios de FM durante el combate.

Podemos concluir que los combates de Judo producen un incremento de la PM medida mediante el ejercicio de press en banca. Además, debido a las diferentes intensidades que se dan durante estos, pueden coexistir distintos tipos de potenciación.

Ribeiro y col (2006) realizaron un estudio a doce judokas brasileños de élite, en el que midió el comportamiento del pico de fuerza angular en 5 flexiones y extensiones del brazo antes y después de tres combates de Judo de 90, 180 y 300 s de duración, con un dinamómetro isocinético (Biodex System 3). Concluyeron que no existían diferencias en el pico de fuerza angular ni antes ni después de los combates de Judo, no habiendo perjuicio en la capacidad de manutención de la fuerza, indicativa de la fatiga muscular.

#### 4.1.1.

### Correlaciones de la potencia máxima con la concentración de lactato.

Es generalmente aceptado que la actividad física intensa da como resultado la producción de lactato y su acumulación en el músculo y la sangre (Vollestad y col, 1992; Withers y col, 1991), estando fuertemente relacionada con la intensidad del mismo (Medbo y col, 1993).

Algunos autores sugieren que la excesiva concentración de hidrogeniones o protones (H<sup>+</sup>), esta relacionada con el detrimento del rendimiento deportivo (Wilmore y Costill, 2004; Ahmaidi, 1996; Bogdanis, 1994; Hogan, 1984; Yates, 1983; Weltman, 1977; Karlsson, 1975; Klausen, 1972), pudiendo ser una de las causas de la disminución de la fuerza y la potencia (Szygula y col, 2003).

Otros autores cuestionan la asociación entre el lactato, el H<sup>+</sup> y el rendimiento (Books, 2001; Westerbla y col, 2002; Bangsbo y col, 1993).

Saltin y col (1977) y Jonson y col (1973) afirman que durante ejercicios con pequeños grupos musculares, la contribución de los procesos anaeróbicos a la demanda general de energía es más grande que durante ejercicios con grupos musculares grandes, probablemente debido a la mayor proporción de fibras musculares rápidas en la musculatura de la parte superior del cuerpo.

En este sentido, Jensen-Urstad y col (1992) y Aalborg y col (1991) concluyen que durante un ejercicio submáximo de brazos, el lactato liberado desde el músculo y la concentración arterial de lactato, es significativamente mayor que durante un ejercicio de piernas cuando la intensidad del mismo es ajustada al consumo máximo de oxígeno de brazos y de piernas. Esta hipótesis la confirma el estudio realizado por Hubner-Wozniak y col (2004) realizado a luchadores olímpicos polacos, donde comparó el cociente entre la concentración de lactato y la potencia relativa (W/Kg de masa magra) de brazos y piernas, concluyendo que los mayores cocientes de los brazos con respecto a las piernas reflejan una mayor utilización de la energía metabólica de los hidratos de carbono por los miembros superiores.

En Judo, la capacidad de los brazos para realizar ejercicios supramáximos juega un rol importante en los logros deportivos (Catcheside y col., 1993), así como su potencia anaeróbica (Banovic, 2001; Franchini y col., 1999).

Se ha relacionado la potencia desarrollada en el ejercicio con la máxima concentración de lactato. Weltman y col (1979) verificaron que diferentes concentraciones de lactato, no tienen influencia sobre el rendimiento anaeróbico posterior. Weltman y Regan (1983) observaron que el decremento en el lactato sanguíneo causado por un periodo de recuperación activa, no tiene influencia en el rendimiento de tareas supramaximas.

Çinar y Tamer (1994) analizaron el perfil lactico de luchadores durante una competición, y verificaron que el lactato sanguíneo no tenía relación con el resultado final de los combates.



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Lutoslawska y col (2003), en un estudio realizado a luchadores participantes en el Campeonato de Europa de 1999, concluyeron que la PM desarrollada en un test de Wingate para los brazos, estaba relacionada con la máxima concentración de lactato después del ejercicio.

En nuestro estudio, no existe correlación entre la PMD y el LACT (tabla 3.5), al igual que Franchini y col (2003), que no encontraron relación entre la PM desarrollada por judokas mediante 4 test de Wingate para miembros superiores y la concentración de lactato, encontrando sin embargo correlación entre la disminución de la potencia media y la concentración de lactato. De la misma manera, Franchini (2001) no encontró incremento del rendimiento en combates de Judo debido a la disminución del lactato.

Artioli y col (2005), tampoco encuentran correlación entre el LACT y el rendimiento en el SJFT (Special Judo Fitness Test) (test específico de Judo para la valoración de la capacidad anaeróbica)

Los resultados muestran que la concentración sanguínea de lactato, no tiene una influencia significativa en la PMD.

## 4.2.

### **Fuerza y velocidad con las que se consigue la potencia máxima.**

El estímulo producido por los combates de Judo nos lleva a una mejora significativa de la PMD (tabla 3.2), debido a un incremento de las dos variables de las que depende, la fuerza y la velocidad. Por un lado existe un aumento de la fuerza, aunque no significativo, como se observa en la tabla 3.7 y figura 3.3, con valores que oscilan entre  $440.45 \pm 127.25$  N antes del combate 4 y  $620.84 \pm 172.62$  N después del combate 3. Por otro lado, existe un aumento significativo de la velocidad (tabla 3.13 y figura 3.4) con valores que oscilan entre  $1.40 \pm 0.48$  m/s antes del combate 4 y  $1.70 \pm 0.42$  m/s después del combate 4.

Bosco (2000) encontró una mejora de la PM, con incremento significativo de la fuerza y la velocidad en un lanzador de peso campeón olímpico, medida con un press en banca, después de un periodo de entrenamiento intensivo de fuerza. Sin embargo, como hemos apuntado, en nuestro estudio se produce un aumento significativo solamente en la velocidad, de acuerdo con Vandenboom y col (1997), que afirman que esta potenciación producida por el efecto de los combates, aumentaría la sensibilidad de los puentes cruzados de calcio, mejorando la velocidad de desarrollo de la fuerza de los judokas en estado potenciado.

Los judokas de nuestro estudio obtienen la PMA1 a una velocidad de  $1.41 \pm 0.49$  m/s (tabla 3.13), semejante a lo registrado por Izquierdo y col. (2002) para jugadores de balonmano ( $1.34 \pm 0.11$  m/s), y mayor que para los halterófilos ( $0.99 \pm 0.07$  m/s), corredores de medio fondo ( $0.92 \pm 0.08$  m/s), ciclistas ( $0.98 \pm 0.08$  m/s) y grupo control

integrado por sujetos universitarios practicantes de actividades deportivas diversas a nivel recreacional ( $0.80 \pm 0.07$  m/s).

### 4.3.

#### **Carga óptima de trabajo con la que los judokas desarrollan la potencia máxima (% 1RM) y a la carga máxima (1RM) en el press en banca.**

En los movimientos relacionados con la superación de una resistencia externa significativa, como es el caso del Judo, la mejora del resultado se consigue con el aumento de la FM desarrollada y con cierta reducción del tiempo invertido en su producción.

En Judo no debemos buscar unos valores de FDM exagerados, ya que ésta vendrá determinada por su tiempo de aplicación (300 ms en las acciones rápidas y por debajo de 600 ms en las acciones lentas, Awazu, 2001, en Nakanishi, 2003), por lo que la fuerza útil (González-Badillo 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, será el objetivo de entrenamiento.

La media de 1RM (solamente en la fase concéntrica, eliminando de esta forma la energía acumulada de la fase excéntrica) de los judokas de nuestro estudio para el ejercicio de press en banca fue  $80.4 \pm 14.9$  Kg (tabla 3.19).

Baker (2001d) publicó valores de entre  $108.7 \pm 16.0$  y  $140.1 \pm 13.8$  Kg en jugadores de fútbol americano de diferentes niveles competitivos (profesionales, semiprofesionales y jugadores jóvenes universitarios) en todo el recorrido excéntrico-concéntrico.

Schmidt y col (2005) registran valores de 1RM en press en banca de  $98.3 \pm 25.4$ ,  $103.4 \pm 25.5$ ,  $106.4 \pm 26.0$  Kg, en tres momentos diferentes de la temporada (pretemporada, periodo competitivo, periodo postcompetitivo o final de temporada) en diez luchadores de la División III Nacional de USA, de la modalidad de libre olímpica, en todo el recorrido excéntrico-concéntrico.

Toskovic y col (2004) encuentran  $84.3 \pm 23.9$  Kg en 1RM en press en banca excéntrico-concéntrico, en deportistas experimentados de Tae Kwon Do.

Los datos de FM en los ejercicios más comunes como el press en banca en lo concerniente a judokas, no son muy abundantes en la literatura. Franchini y col (2007) encuentran valores superiores a los judokas de nuestro estudio en 1RM en press en banca, de  $110 \pm 25$  y  $110 \pm 23$  Kg (todo el recorrido excéntrico-concéntrico) en 22 judokas de los equipos nacionales A y B-C absolutos de Brasil respectivamente.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Thomas y col (1989) registraron valores medios de 100 Kg en judokas del equipo nacional canadiense, también en todo el recorrido excéntrico-concéntrico.

Fagerlund y Hakkinen (1991) publicaron valores de 1RM en press en banca en todo el recorrido de 96.4 kg en judokas finlandeses de nivel internacional y nacional.

Basándonos en los datos de nuestro estudio y de los estudios anteriores, consideramos que, respecto a la FDM del tren superior, los judokas de nuestro estudio se enmarcan dentro de un nivel regional y muestran un déficit de esta cualidad en comparación a los judokas de alto nivel competitivo e incluso respecto a deportistas de alto nivel de disciplinas como la lucha o el fútbol americano, que también implican acciones de empujar, sujetar, traccionar, levantar, donde la fuerza de brazos es determinante para el rendimiento deportivo. En este sentido, Franchini y col (2007) consideran que la fuerza es un componente discriminatorio entre grupos en lo que al nivel competitivo se refiere (Internacional versus Nacional versus Recreacional), pero no entre atletas con similar nivel competitivo (Nacional).

La FM relativa a la masa corporal de nuestros judokas en el ejercicio de press en banca, solamente en la fase concéntrica, es de  $1.08 \pm 0.14$  Kg/Kg de masa corporal, inferior a lo registrado por Franchini y col (2007) en los judokas del equipo nacional A de Brasil de  $1.24 \pm 0.11$ , y de  $1.28 \pm 0.16$  Kg/Kg para los equipos B y C, en todo el recorrido excéntrico-concéntrico.

A pesar de esto, pensamos que estas diferencias de FDM entre los judokas de alto nivel y los judokas analizados en nuestro estudio, serían menores si no hubiéramos eliminado la energía elástica acumulada en la fase excéntrica.

Por otro lado, consideramos que la comparación de los diferentes estudios con judokas debe ser tratada con precaución. Los datos deberían facilitarse por categorías de peso, dado que los perfiles de fuerza difieren de unas a otras (Callister y col., 1991), y no son comparados grupos de judokas del mismo peso entre sí.

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

Siegel y col (2002) encuentran que el pico de potencia se da entre el 40 y el 60% de 1RM para el ejercicio de press en banca en 25 sujetos universitarios masculinos.

Izquierdo y col (2002) investigaron la curva de potencia-carga en el press de banca únicamente en fase concéntrica, igual que en nuestro estudio, en 70 sujetos masculinos de diferentes deportes (halterofilia, balonmano, ciclismo, medio fondo y control) y revelaron que la PM se producía entre el 30 % (halterofilia, balonmano) y el 45% (ciclismo, medio fondo y control) de 1RM en el press de banca y estos resultados están de acuerdo los de Siegel y col (2002).

Baker (2001d), encuentra en su estudio sobre la producción de potencia del tren superior en jugadores de fútbol americano de diferentes niveles competitivos (profesionales, semiprofesionales y jugadores jóvenes universitarios) que los atletas más fuertes utilizan porcentajes más bajos de su repetición máxima en press en banca lanzado (1RM; 46-51%) para obtener la PM, que los atletas menos fuertes (58-69%).

Los judokas de nuestro estudio obtienen la PM en un porcentaje del 47 % de 1RM en el ejercicio de press en banca concéntrico.

Podemos afirmar, de acuerdo con Baker (2001d) e Izquierdo y col (2002), que los atletas más fuertes utilizan porcentajes de entre el 30 y el 51% de 1RM para obtener la PM en press en banca, y los menos fuertes entre el 45 y el 69%, dependiendo de la disciplina deportiva y el nivel competitivo de los sujetos.

Teniendo en cuenta que algunos investigadores indican que la influencia de la FM sobre la producción de potencia, disminuye cuando la carga exterior disminuye (Moss, 1997 y Schmidtbleicher, 1992), lo que nos lleva a suponer que existe una alta correlación entre la potencia y la FM en Judo, ya que la carga exterior que tiene que vencer el judoka es alta (el peso del adversario más la resistencia que ofrezca), podemos decir que los judokas de nuestro estudio se sitúan, en lo relativo a la carga óptima (% 1RM con el que desarrollan la PM) de los brazos, en el perfil de los deportistas de potencia.

#### 4.4.

### **Correlaciones de la carga máxima y la potencia máxima con diferentes variables antropométricas.**

Los estudios de Franchini y col (2007 y 2005a) concluyeron que los judokas de élite presentaban mayores circunferencias (brazo flexionado, antebrazo, muñeca y muslo) y diámetros óseos (epicóndilo del fémur y del húmero) que los judokas no de élite. Los judokas de nuestro estudio presentan circunferencias de  $33.0 \pm 2.6$  cm para el brazo relajado,  $35.4 \pm 2.6$  cm para el brazo contraído,  $38.1 \pm 3.1$  cm para el muslo; y diámetros de  $10.1 \pm 0.6$  cm para el epicóndilo del fémur y  $7.0 \pm 0.4$  cm para el del húmero (tabla 3.35). Mientras que Franchini y col (2007) encuentran en los judokas brasileños del equipo nacional absoluto A, valores de circunferencias de  $35.5 \pm 4.7$  cm para el brazo relajado,  $38.1 \pm 4.2$  cm para el brazo contraído,  $40.9 \pm 5.8$  cm para el muslo; y diámetros de  $10.08 \pm 0.8$  cm para el epicóndilo del fémur y  $7.4 \pm 0.8$  cm para el del húmero.

Franchini y col (2004) (Nivel regional júnior. Brasil), Franchini y col (1999) (Nivel regional abs. Brasil) y Claessens y col (1987) (Élite. Bélgica) también consideran que una gran circunferencia del brazo es una importante característica de los judokas de más nivel y obtienen valores medios de  $34.3 \pm 3.5$  cm,  $35.3 \pm 3.4$  cm y  $35.8 \pm 3.5$  cm respectivamente para el brazo contraído.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Como se puede observar, los judokas de nuestro estudio obtienen menores circunferencias que los judokas de élite (sobre todo que los analizados más recientemente por Franchini y col, 2007) y similares diámetros de los epicóndilos del fémur y del húmero, esto último debido posiblemente a las adaptaciones producidas en los años de entrenamiento de Judo, que implica movimientos tales como levantar y tirar o empujar al oponente. Esta adaptación permite que los judokas soporten la intensidad del entrenamiento (Franchini y col, 2007).

Usando rayos-x, Andreoli y col (2001) encontraron una mayor densidad mineral de las estructuras óseas del brazo en los atletas de Judo, comparados con los del grupo control y atletas de waterpolo y karate. Este aspecto es interesante ya que Kubo y col (2006) encontraron que el grosor del flexor y el extensor del codo (bíceps y tríceps) son mayores en judokas de nivel internacional que en judokas de nivel universitario.

En conjunto, los resultados de diferentes estudios (Franchini y col, 2007; Kubo y col, 2006; Franchini y col, 2005a; Ichinose y col, 1998) demuestran que cuando el nivel competitivo de los judokas es similar, no se observan diferencias significativas en las variables antropométricas. Sin embargo, es importante enfatizar que una mayor masa libre de grasa y grandes circunferencias, especialmente en los segmentos de la parte superior del cuerpo, se consideran importantes para el rendimiento en Judo (Franchini y col, 2007; Kubo y col, 2006; Franchini y col, 2005a; Ichinose y col, 1998).

De acuerdo con Kubo y col (2006), durante un combate de Judo, ambos judokas tratan de proyectar y sujetar a su oponente agarrando la solapa y la manga del judogui de su adversario. Cuando un judoka está sujetando el judogui de su oponente y quiere incrementar la distancia con su adversario, es necesario extender la articulación del codo. Por otro lado, para reducir la distancia con el oponente es necesario flexionar la articulación del codo. Las diferencias en la fuerza de estos movimientos podrían influir en el rendimiento en Judo.

Como la fuerza muscular es proporcional a la talla muscular (McArdle y col, 2003), una mayor circunferencia del brazo puede ser ventajosa. Así, una gran circunferencia, específicamente en los segmentos de los brazos, puede ser indicativa de una mayor área de sección transversal del músculo y consecuentemente un mayor desarrollo de potencia y fuerza para esos segmentos. Las correlaciones realizadas en nuestro estudio, confirman esta idea. Existen correlaciones significativas entre la 1RM y la PM en press en banca, con el área total de los brazos ( $\text{cm}^2$ ), el área muscular de los brazos ( $\text{cm}^2$ ), los Kg. de masa corporal total de los judokas, los Kg. de masa magra total, y la circunferencia del brazo contraído (tablas 3.6 y 3.20, y figuras 3.2 y 3.5). Datos que están en consonancia con los de Franchini y col (2007) que obtienen correlaciones significativas entre la 1RM en press en banca con los Kg de masa corporal y con la circunferencia del brazo contraído.

## 4.5.

### **Correlaciones de la fuerza isométrica máxima de ambas manos con la concentración de lactato sanguíneo.**

Para Adams (1992) el Judo es un deporte de lucha donde el primer objetivo consiste en agarrar el judogui del adversario para sujetarlo. Esta lucha por el agarre normalmente determina el resultado del encuentro. Durante el transcurso de un combate, el judoka debe sujetar el judogui de su rival de manera que pueda mantener la distancia adecuada para aplicar las técnicas de ataque oportunas (Franchini y col, 1999) y asegurarse que no sea él el proyectado sobre el tatami.

Según García (2004), durante el combate, los judokas realizan contracciones isométricas de entre 10 a 40 s de duración y repetidas no menos de 15 a 20 veces por combate.

Se considera la FIM de la prensión manual como una variable muy importante en el rendimiento en Judo (Franchini y col, 1999; Little, 1991; Farnosi, 1980). Otros consideran un factor limitante del rendimiento en Judo, la capacidad de resistencia a las tensiones isométricas de la musculatura prensora del antebrazo (García, 2004; Franchini y col, 2004). En Judo se dan contracciones isométricas máximas y submáximas (Taylor col, 1989), a menudo con valores por encima del 85%, en la musculatura del antebrazo cuando se realiza el agarre (kumi kata) en un combate (García, 2004).

La FIM de la prensión manual se muestra superior en judokas de alto nivel cuando son comparados con judokas de menor nivel competitivo (Little, 1991; Farnosi, 1986). Aunque esta variable no está relacionada directamente con el resultado de los combates de Judo (Borges, 1989), debido a las variables que inciden en el resultado, la fuerza de la prensión manual es determinante en el momento del agarre (Franchini, 2000).

Tras el análisis de los datos, los resultados expuestos en la tabla 3.21 y la gráfica 3.6 muestran que, la FIM de ambas manos disminuye a medida que avanzan los combates. En la mano derecha antes de los combates oscila entre  $573,19 \pm 80,24$  N del 1º y los  $521 \pm 85,54$  N del 4º, y la de la mano izquierda entre  $556,91 \pm 62,88$  N del 1º y los  $496,87 \pm 85,83$  N del 4º. En lo que respecta a la FIM aplicada después de los combates de nuestro estudio, en la mano derecha oscila entre  $503,44 \pm 59,74$  N del 1º y los  $491,18 \pm 66,90$  N del 3º (manteniéndose prácticamente igual en el 4º), y en la mano izquierda entre  $494,91 \pm 61,21$  N del 1º y los  $470,09 \pm 83,67$  N del 3º (manteniéndose prácticamente igual en el 4º). Para este grupo se observa una superioridad de la FIM de prensión de la mano derecha en relación a la izquierda, al igual que ocurre en los estudios de Franchini y col (2004) y Claessens y col (1987), posiblemente debido al mayor número de judokas diestros de estos estudios.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

La FIMA ( $535,62 \pm 78,38$  y  $518,06 \pm 77,1$  N, mano derecha e izquierda respectivamente) se muestra similar a los datos encontrados por Little (1991) ( $566 \pm 89$  N en ambas manos) para judokas canadienses masculinos de nivel regional, por Thomas y col (1986) ( $553 \pm 65$  N en ambas manos) para judokas masculinos del Equipo Nacional Canadiense (ambos estudios sobre deportistas de categoría júnior y senior) y por Franchini y col (2004) ( $567,02 \pm 86,33$  y  $508,16 \pm 90,25$  N, mano derecha e izquierda respectivamente) en judokas masculinos júnior brasileños; superior a los datos obtenidos por Franchini y col (1997) ( $485,59 \pm 121,64$  N en ambas manos) en judokas masculinos brasileños universitarios, y por Franchini y col (1997) ( $459,10 \pm 64,74$  N y  $435,56 \pm 66,70$  N mano derecha e izquierda respectivamente) para judokas masculinos juveniles de brasil; e inferior a los datos obtenidos por García y Barta (1998, en García, 2004) ( $789,75$  N en ambas manos) para judokas españoles masculinos de nivel internacional y por Claessens y col (1987) ( $636,70 \pm 87,31$  y  $585,66 \pm 86,31$  N, mano derecha e izquierda respectivamente) para judokas belgas masculinos de alto nivel.

Podemos situar por tanto a los judokas de nuestro estudio, en lo que a la FIM de la prensión manual se refiere, como de nivel nacional (tabla 4.1).

Cuando comparamos a los judokas de nuestro estudio con deportistas de otras modalidades de combate (tabla 4.1), observamos que obtienen valores superiores a los publicados por Aziz y col (2002) ( $435 \pm 79$  N en ambas manos) para deportistas del equipo nacional absoluto de penkat sillat (modalidad similar al full contact), a los publicados por Thompson y Vinueza (1991) ( $508 \pm 79$  N en ambas manos) y Kim y Jin (2001) ( $458 \pm 57$  N en ambas manos) para deportistas de taekwondo de nivel de club; similares a los taekwondistas del equipo nacional checo (Heller y col, 1998) ( $555 \pm 76$  N en ambas manos); e inferiores a los boxeadores de categoría élite amateur italianos (Guidetti y col, 2002) que registraron valores de FIM para ambas manos de  $570 \pm 67$  N.

Tabla 4.1. Análisis comparativo de la FIM de la mano en judokas y otros deportes.

<b>FUERZA ISOMÉTRICA MÁXIMA MANO (N)</b>				
	Antes de los combates		Después de los combates	
	Mano derecha	Mano izquierda	Mano derecha	Mano izquierda
Bonitch, J.G. (2007. Tesis Doctoral). <i>Judo: junior y sub-23. España</i>	535,62 ± 78,38 N	518,06 ± 77,1 N	495,69 ± 64,35 N	478,97 ± 74,16 N
Franchini y col. (2000). <i>Judo: Juveniles. Brasil</i>	Mano derecha (Periodo Competitivo)		Mano izquierda (Periodo Competitivo)	
	459,10 ± 64,74 N		435,56 ± 66,70 N	
García y Barta (1998) (no publicado. García, 2004. Tesis Doctoral) <i>Judo: Judokas alto nivel abs. España</i>	789,75 N (ambas manos)			
Franchini y col. (1997). <i>Judo: Universitarios. Brasil</i>	485.59 ± 121.64 N (ambas manos)			
Franchini y col. (2004). <i>Judo: Nivel regional junior. Brasil</i>	Mano derecha		Mano izquierda	
	567.02 ± 86.33 N		508.16 ± 90.25 N	
Little (1991): <i>Judo. Abs. Canadá</i>	566 ± 89 N (ambas manos)			
Thomas y col (1989): <i>Judo: Equipo Nacional Abs. Canadá</i>	553 ± 65 N (ambas manos)			
Claessens y col (1987) <i>Judo: Judokas alto nivel Abs. Bélgica</i>	Mano derecha		Mano izquierda	
	636.70 ± 87.31		585.66 ± 86.33 N	
Aziz (2002). <i>Pencat Sillat: Equipo Nacional Abs. Singapur</i>	435 ± 79 N (ambas manos)			
Thompson y Vinueza (1991). <i>Taekwondo: club. USA</i>	508 ± 79 N (ambas manos)			
Kim y Jin (2001) <i>Taekwondo: club. Australia</i>	458 ± 57 N (ambas manos)			
Heller y col (1998) <i>Taekwondo: Equipo nacional Abs. Rep. Checa.</i>	555 ± 76 N (ambas manos)			
Guidetti y col. (2002). <i>Boxeo: Élite amateur. Italia</i>	570 ± 67 N (ambas manos)			



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

A intensidades inferiores al 10% de la FIM se puede mantener esa contracción de modo casi indefinido (más de 2 h) (Fallentin y col, 1993). A intensidades comprendidas entre el 10 y el 20%, el tiempo de agotamiento oscila entre el 110 y 7 min respectivamente (Fallentin y col, 1993; Knudtson y col, 1993). A intensidades comprendidas entre el 30 y el 60% de la FIM, el tiempo de agotamiento oscila entre 40 y 155 s. Por último, al 90% de la intensidad, el tiempo de agotamiento es de unos 15 s (Kroglund y Jorgensen, 1993; Häkkinen y Myllyla, 1990).

El agarre en Judo (Kumi Kata), depende de varios factores, no solamente de la FIM, aunque ésta sea un componente importante para la capacidad de manutención del agarre durante el combate. Para Franchini y col (2004), la medida de la FIM de la prensión manual no parece ser el componente más importante durante el combate, ya que el mantenimiento del agarre depende más de la resistencia a la fuerza isométrica.

El modelo lineal general (tabla 3.22) muestra un efecto de la sucesión de combates en la dinamometría de la mano derecha ( $p=0.005$ ) y de la mano izquierda ( $p=0.000$ ) de antes de los combates de nuestro estudio, lo que nos indica que los 15 min de descanso establecidos entre combates, es un tiempo insuficiente para recuperar los niveles iniciales de FIM de ambas manos.

Por otra parte, no hay diferencias significativas en la FIMDD ( $p=0.717$ ) y la FIMID ( $p=0.070$ ), lo que nos indica que a lo largo del combate el judoka va disminuyendo la intensidad del esfuerzo debido a la fatiga. Sin embargo, la pérdida de FIMD de los cuatro combates fue del  $15.76 \pm 7.84\%$  en la mano izquierda, y del  $12.55 \pm 11.58\%$  en la derecha. Se observa que la mayor pérdida se da después del combate 1 (12,15 % para la mano derecha y 11,12 % para la mano izquierda), y la menor pérdida después del combate 4 (4,58% para la mano derecha y el 5% para la mano izquierda).

En este sentido, Yamaji y col (2006) publicaron que la magnitud de disminución de la FI en la fase inicial de una contracción isométrica mantenida después de 60 s, decrece cerca del 30% de la MVC desde el inicio del agarre, para alcanzar un cierto “estado estable” alrededor de los 150-180 s.

Realizamos un estudio preliminar (2007) para conocer cómo se produce la pérdida de FIM de la musculatura prensora del antebrazo en el transcurso de una serie de contracciones isométricas máximas. Para ello, quince judokas de sexo masculino (nivel nacional júnior y senior) realizaron una contracción isométrica máxima con la mano dominante sobre un dinamómetro digital. Tras 3 min de descanso, procedían a realizar 10 series de 10 s de una contracción isométrica máxima con un descanso entre cada una de 10 s. Los resultados mostraron una pérdida significativa de FIM de prensión de la medición inicial ( $55 \pm 8.82$  Kg ó  $539.55 \pm 86.49$  N) respecto a la serie 10 (S10) del 39%, que representa  $21.66 \pm 4,69$  Kg (  $212.55 \pm 45.97$  N) ( $p<0.000$ ). A partir de la tercera serie, la pérdida de FIM estaba significativamente por debajo del 80% ( $p<0.05$ ) y a partir de la séptima serie no se produjo pérdida significativa de la misma ( $p<0.05$ ); los judokas con mayor FIM, no eran los que mayor porcentaje de ella perdían en las sucesivas series, lo que concuerda con el estudio de Siddiqi y col (2002) en el que concluyeron que un pico más alto de FIM de la prensión

manual no supone mayores índices de fatiga en una población normal respecto de sujetos entrenados (5 s de FIM + 3 s descanso, hasta llegar al 50% FIM), sin embargo, el 50% de una FIM mayor, se mostraba más eficaz a la capacidad de resistencia, que el 50% de un pico de FIM inicial más bajo, en consonancia con Yamaji y col (2006) que publicaron que la magnitud de disminución de la FI en la fase inicial de una contracción isométrica mantenida, difiere entre las diferentes intensidades de la FIM, y la velocidad de disminución de la misma es más alta para el 100% de la FIM.

En comparación con nuestro estudio, este protocolo se muestra más exigente que un combate de Judo, probablemente debido a que durante el combate, las contracciones son variables en intensidad y de carácter submáximo.

Además, West y col (1995) examinaron la relación entre la fuerza relativa, la actividad electromiográfica (EMG) y el tiempo hasta la fatiga durante una contracción isométrica submáxima mantenida de la mano a tres intensidades diferentes de la FIM (30, 50 y 75%), y concluyeron que el tiempo de resistencia durante una contracción isométrica submáxima de la mano es dependiente de la intensidad del esfuerzo y que el incremento relativo en la EMG es también proporcional a la intensidad del esfuerzo. Sin embargo, los factores causantes del fallo de la fuerza antes de alcanzar su máxima actividad muscular debían ser aclarados.

García y Barta, en García (2004) realizaron un estudio similar con 8 judokas españoles masculinos de nivel internacional de los que obtienen, en la evaluación inicial, valores medios en ambas manos de 789,75 N. Concluyeron que aquellos deportistas que antes perdían sus mejores resultados de resistencia a la FI eran los más atacados y los que atacaban menos. La eficacia de las técnicas realizadas tenía una gran relación con el descenso de los niveles de dicha capacidad.

En la tabla 3.39 y en la figura 3.10, se puede observar, que a medida que pasan los combates la concentración de lactato disminuye, debido a una disminución de la intensidad de los mismos, al encontrarse el judoka más fatigado. No existe correlación de la FIM de la mano derecha e izquierda después de los combates y el LACT a nivel general, con la excepción de la FIM de la mano derecha después de los combates 1, 2 y 4, la de la mano izquierda después de los combates 2 y 3, la de la mano derecha antes del combate 3, y el LACT de los respectivos combates, que obtienen correlaciones moderadas (tabla 3.25). Sin embargo los valores negativos indican la tendencia de que a medida que disminuye la FI, aumenta la concentración de lactato.

En un estudio realizado con escaladores expertos, Watts y col (1996) afirman que, después de un tiempo de escalada de  $12.9 \pm 8.5$  min, la fuerza media del agarre decrece un 22%, y esta pérdida, al contrario que nuestro estudio, esta correlacionada con la concentración de lactato medida a los 5 min de recuperación, posiblemente porque los periodos de descanso de esta actividad son muy pequeños o casi inexistentes.

En función del tiempo de agotamiento, se han considerado 3 tipos distintos de intensidad: 1) ejercicios de intensidad igual o inferior al 20%, 2) comprendidos entre el 25 y el 60%, y 3) superiores al 80%.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

En este último tipo de contracción (por encima del 80%), una gran parte de la energía necesaria para la contracción muscular proviene de la hidrólisis de la PC y el ATP (Maughan y col, 1986). Se ha encontrado que, cuando se produce una contracción isométrica a intensidad del 90-95% hasta el agotamiento, la concentración muscular de PC disminuye un 60-70% y la concentración de ATP un 30% (Bangsbo y col, 1993). La contribución de la glucogenolisis anaeróbica a la producción de energía es pequeña, ya que los valores de lactato observados al final del ejercicio son de 35-60 mmol/Kg de músculo seco (Sahlin, 1978). Estos valores son muy inferiores a los observados al final del ejercicio realizado al 25-60% de la FIM (120 mmol/Kg de músculo seco) (Sahlin, 1978) y, por consiguiente, no deberían ser causantes de la fatiga durante la realización de contracciones isométricas de una intensidad superior al 80% de la FIM. Estos resultados nos permiten pensar que el factor limitante de este tipo de ejercicio no está relacionado con el acumulo de ácido láctico, sino que podría estarlo con la depleción de reservas de PC y, muy probablemente, con una fatiga de origen neural.

Byström y col (1991) analizaron la respuesta fisiológica a un ejercicio continuo y otro intermitente de agarre de la mano hasta el agotamiento al 25% de la FIM, y concluyeron que el tiempo máximo de resistencia (ttim) era significativamente mayor en el agarre intermitente (23.1 min) que en el agarre continuo (16.2 min), pero debido a la mayor duración del protocolo intermitente, los niveles de agotamiento fueron mayores en este protocolo. Durante la recuperación, la vuelta a la FIM fue más lenta después del agarre continuo (24 h) que después del agarre intermitente (4 h). Ninguna de las medidas de los parámetros fisiológicos podía proporcionar una explicación satisfactoria sobre la diferencia del 43% en el tiempo máximo de resistencia entre los dos protocolos, o sobre el menor índice subjetivo de fatiga de todos los sujetos durante los cortos periodos de descanso en el ejercicio intermitente. Los resultados de este estudio proporcionan apoyo experimental para la hipótesis de que la introducción de micro pausas puede crear un aumento del riesgo de desordenes en el músculo esquelético.

Häkkinen y Komi (1986) estudiaron la fatiga producida por una contracción isométrica mantenida al 60% de la contracción isométrica máxima voluntaria, sobre la EMG y la FIM con relación al tiempo y las características tiempo-relajación del músculo esquelético humano. Los resultados sugieren que esa fatiga que conduce a un empeoramiento en la fuerza-tiempo, en la FM y en el tiempo de relajación de una contracción isométrica máxima, podría tener lugar principalmente en los procesos contráctiles.

Pitcher y Miles (1997) estudiaron la influencia del flujo sanguíneo en el músculo sobre la fatiga y la recuperación en los músculos del antebrazo en la ejecución un ejercicio de máxima potencia isométrica del agarre manual. El ejercicio se realizó con la circulación del antebrazo normal y con la circulación del antebrazo ocluida con un espiromomanometro de vuelta. En la situación sin oclusión del flujo sanguíneo, el pico de fuerza descendió a una meseta inicial del 40-50% de la FIM. Cuando el flujo era ocluido el descenso de la fuerza era similar durante el primer min de ejercicio, pero después la fuerza caía rápidamente hasta el agotamiento. La recuperación del pico de fuerza después del ejercicio ocluido era significativamente mayor durante los 3.5 min iniciales de recuperación que después del ejercicio no ocluido. Después de este tiempo la recuperación era similar en ambas

condiciones. La oclusión del flujo sanguíneo en el músculo durante el ejercicio intermitente reduce en gran medida la capacidad de resistencia sin prolongar la recuperación. El tiempo de recuperación puede depender de la duración y el costo energético del ejercicio más que del grado de fuerza perdida. El presente estudio sugiere que la pérdida de fuerza muscular inducida por una continua acción de contracción isométrica máxima voluntaria de la mano, es una combinación de una profunda fatiga a corto plazo en las fibras musculares anaeróbicas debido al consumo de los suministros de las fuertes de energía a corto plazo, más el descenso en la producción de fuerza de las fibras musculares aeróbicas debido a la hipoxia. Así la contracción máxima voluntaria puede no ser un buen modelo de fatiga cuando esta ocurre bajo condiciones submáximas, cuando la hipoxia de las fibras tipo I es poco probable que suceda bajo condiciones fisiológicas donde las contracciones musculares son normalmente intermitentes.

Tras el análisis de los datos de nuestro estudio y otras investigaciones podemos concluir lo siguiente: La relación entre lactato y fatiga en nuestro estudio es muy débil. En Judo la intensidad es variable y las contracciones isométricas que se dan son de carácter máximo y submáximo (Taylor col, 1989). En las contracciones a intensidades muy elevadas (por encima del 80-85% de la FIM), la probabilidad de que el lactato este directamente implicado en el desarrollo de la fatiga parece remota, debiéndose ésta, más a una depleción de las reservas de PC y, muy probablemente, a una fatiga de origen neural (Schillings y col., 2006; González-Badillo y Gorostiaga, 1995; Karlsson y col., 1975) y muestra claramente ausencia de fatiga periférica.

Además, en Judo, también se producen contracciones intermedias (submáximas) variables en intensidad, en las cuales los cambios en el lactato son mayores (entre 2 y 3 veces más al 25-60% Vs 90-95% FIM, Sahlin, 1978) y es más probable su contribución a la fatiga en la prensión manual (Byström y Kilbom, 1990; Karlsson y col, 1975). Ya que la fuerza de prensión manual durante un combate de Judo se ejecuta en condiciones de oclusión sanguínea durante los periodos de actividad (lo que ocurre por encima del 10-15% de la FIM. Sjøgaard y col, 1988) y de no oclusión durante los periodos de pausa, y que durante estos se permite una hiperemia (aumento del flujo sanguíneo en el tejido) (Ferguson y Brown, 1997) funcional mayor entre dos fases de contracción, se podría así eliminar parte del lactato producido, y éste carácter intermitente, permite además aumentar el tiempo de resistencia y reducir el de recuperación (Byström y col, 1991; Sjøgaard y col, 1988).

#### **4.5.1. Correlaciones de la fuerza isométrica máxima de ambas manos con la masa corporal de los judokas.**

En la tabla 3.26 y la figura 3.7 podemos ver que existe una correlación significativa entre la FIMD y la masa corporal de los judokas ( $r = 0.689$ ;  $p = 0.013$ ) pero no con la FIMI ( $r = 0.295$ ;  $p = 0.352$ ).

#### *Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

La FIMD relativa al peso corporal de los judokas de nuestro estudio es de 0.76 Kgf/Kg, y la de la FIMI de 0.74 Kgf/Kg. Franchini y col (2004) encuentran valores de 0.73 y 0.66 Kgf/Kg (mano derecha e izquierda respectivamente) en judokas masculinos júnior brasileños.

## 4.6.

### **Correlaciones entre variables dependientes.**

En la tabla 3.27 se observa que no existe correlación entre 1RM y % de 1RM con la que los judokas consiguen su PM en el ejercicio de press en banca. Estos datos difieren de los encontrados para la piernas (Bonitch, J., 2006; Stone y col, 2003) donde si se encuentra una buena correlación, posiblemente debido a como afirma Baker (2001 a y b), que parece que la carga óptima para producir la PM depende de la naturaleza del ejercicio y/o de la experiencia del atleta, como ocurre en nuestro estudio en donde existen diferencias acusadas en el nivel de FM entre los judokas (la 1RM concéntrica oscila entre 60 y 105 kg; y el % de 1RM con el que se consigue la PM, entre el 25 y el 71.42 %).

Existe una correlación significativa ( $P < 0,05$ ) de 1RM con la PMA1 (Tabla 3.28).

Thomas y col (1989), en su estudio realizado al equipo nacional canadiense de Judo, observaron que la fuerza de los miembros superiores (1RM en press en banca), está relacionada con la potencia desarrollada en un test de Wingate de brazos.

Cronin y col (2000) investigaron la influencia de 1RM sobre la producción de potencia, concluyendo que poseer una alta 1RM aumenta la producción potencia durante los primeros 200 ms de la fase concéntrica durante el ejercicio de press en banca, igual que ocurre en nuestro estudio. En este sentido, la influencia de la FM sobre la producción de potencia, disminuye cuando la carga exterior disminuye (Moss, 1997 y Schmidtbleicher, 1992), lo que nos lleva a suponer que existe una alta correlación entre la potencia y la FM en Judo, ya que la carga exterior que tiene que vencer el judoka es alta (el peso del adversario más la resistencia que ofrezca).

## 4.7.

### **Composición corporal de los judokas.**

La evaluación fisiológica es utilizada comúnmente para valorar el nivel de condición física de los atletas y para establecer las directrices para el entrenamiento individualizado (Little, 1991; McArdle y col, 2003).

Algunas variables antropométricas y de condición física se consideran un requisito para el alto rendimiento en el Judo de competición (Thomas y col, 1989; Sikorski y col, 1987). Debido a que el Judo es un deporte clasificado en categorías de peso, se ha sugerido que los judokas de alto nivel deben minimizar la masa grasa, y aumentar la masa muscular para obtener así ventajas en la fuerza relativa (Kubo y col, 2006; Callister y col, 1991; Thomas y col, 1989; Claessens y col, 1987). Este aspecto parece explicar el elevado componente mesomórfico observado en atletas de Judo (Franchini y col, 1997; Claessens y col, 1987; Araújo y col, 1978), dato que se corrobora en nuestro estudio donde los judokas tienen un componente mesomórfico predominante (tabla 3.35).

Callister y col (1991) publicaron que los judokas de más alto nivel competitivo presentaron un bajo porcentaje graso comparado con los judokas peor clasificados en el ranking de USA.

Los judokas de nuestro estudio obtienen un porcentaje graso de  $15.3 \pm 4.7\%$ , superior al de los judokas de alto nivel (nacional e internacional) y similar a los estudios realizados con judokas de nivel inferior (regional, club, universitarios) (tabla 4.2). Sin embargo, estos datos deben interpretarse con precaución, debido a las diferentes ecuaciones utilizadas en los diversos estudios.

Debido a que las diferentes modalidades de deportes de combate tienen en común la alternancia de periodos de alta intensidad de esfuerzo, con breves periodos de descanso y que se clasifican en categorías de peso, observamos que obtienen valores similares de % graso en comparación con los judokas del mismo nivel competitivo en cada caso. Todos los datos facilitados son de deportistas de sexo masculino exclusivamente.

Aziz y col (2002) encuentran valores medios de porcentaje graso de  $11.3 \pm 5.4\%$  para deportistas del equipo nacional absoluto de penkat sillat (modalidad similar al full contact).

En lucha, Callan y col (2000) publicaron valores de  $7.6 \pm 3.4\%$  en el equipo nacional absoluto de lucha de USA, durante su preparación para el Campeonato del Mundo, y Utter y col (2002),  $13.8 \pm 3.4\%$  en luchadores de nivel universitario.

En Tae Kwon Do, Toskovic y col (2004) registran  $12.7 \pm 3.6$  y  $16.0 \pm 5.4\%$ , en deportistas experimentados y noveles respectivamente; Heller y col (1988) encuentran  $8.2\%$  en competidores.

Para karatekas de nivel recreacional, Birrer y col (1984), encuentran un valor medio del  $14\%$  de masa grasa, y Shaw y Deutch (1982),  $10.9\%$ .

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Tabla 4.2. Análisis comparativo del porcentaje graso de judokas masculinos de diferentes niveles competitivos.

Sujetos	% Graso (media y desv. Típ.)	Auror/es
Nivel regional y nacional júnior y sub23. España	15.3 ± 4.7	Bonitch, J.G. (2007). Tesis Doctoral
Equipo Nacional Húngaro Abs. 1979	8.9 ± 0.8	Farmosi (1980)
Equipo Nacional Canadiense Abs. 1979	12.3 ± 3.9	Taylor y Brassard (1981)
Equipo Nacional Canadiense Abs. 1987	9.3 ± 2.1	Thomas y col. (1989)
Equipo Nacional Norte Americano Abs.	8.3 ± 1.0	Callister y col. (1991)
Japoneses. Nivel universitario	16.2 ± 5.7	lida y col. (1998)
Selección masculina universitaria	11.12 ± 5.08	Franchini y col. (1997)
Brasileños. Equipo Cto. Mundial universitario 2000	13.7 ± 5.2	Franchini y col. (2005b)
Equipo Nacional brasileño Abs. (A)	11.4 ± 8.4	Franchini y col. (2007)
Equipo Nacional brasileño Abs. (B y C)	10.1 ± 5.7-	Franchini y col. (2007)
Japoneses	13.49 ± 5.75	Kawamura y col. (1984)
Franceses	9.6 ± 1.51	
Juveniles Canadá	10.17 ± 1.64	Little (1991)
Juniors Canadá	10.4 ± 1.95	
Seniors Canadá	10.45 ± 0.94	
Brasil nivel metropolitano: Juvenil A	13.23 ± 3.24	Takito y col. (1996)
Brasil nivel metropolitano: Juvenil B	17.67 ± 5.41	
Brasil nivel metropolitano: Júnior	14.21 ± 3.19	
Brasil nivel metropolitano: Senior	11.06 ± 2.64	
Mundial Juvenil: - 60 kg	8.03 ± 1.26	Pérez y Sanagua (1996)
Mundial Juvenil: 60 - 65 kg	8.19 ± 0.67	
Mundial Juvenil: 65 - 71 kg	8.75 ± 1.63	
Mundial Juvenil: 71 - 78 kg	8.34 ± 1.06	
Mundial Juvenil: 78 - 86 kg	10.10 ± 3.18	
Mundial Juvenil: 86 - 95 kg	9.49 ± 1.90	
Selección brasileña abs. Juegos panamericanos 1999	8.0 ± 6.8	Silva y col. (1999)

Un estudio reciente (Kubo y col, 2006) demuestra que los judokas participantes en los Juegos Olímpicos o los Juegos Asiáticos tienen significativamente mayor masa libre de grasa (masa magra o muscular) que los judokas universitarios que no habían participado en competiciones.

Los judokas de nuestro estudio obtienen valores de  $64.07 \pm 8.21$  Kg de masa magra, superiores a los encontrados por Franchini y col (2005a) con  $45.2 \pm 3.2$  Kg en judokas pertenecientes al equipo participante en el Campeonato Mundial Universitario del año 2000, y por Franchini y col (2000) con  $43.9 \pm 1.52$  y  $44.8 \pm 2.0$  Kg en los periodos preparatorio y competitivo respectivamente, en judokas juveniles brasileños.

Utter y col (2002) publican entre  $70.8 \pm 2.4$  y  $67.0 \pm 2.6$  Kg en luchadores de nivel universitario.

Toskovic y col (2004) registran  $59.8 \pm 5.5$  y  $67.7 \pm 10.2$  Kg de masa magra, en deportistas de Tae Kwon Do, experimentados y noveles respectivamente.

Debemos tener en cuenta de nuevo, que las diferentes ecuaciones utilizadas podrían variar las diferencias entre los grupos.

## 4.8.

### Estructura temporal de los combates.

Como hemos descrito anteriormente en el apartado del método, en nuestro estudio, los combates se realizaron a tiempo completo, agotando en todos los casos los 5 min de tiempo real de combate establecidos por el reglamento de la FIJ, el cual se modificó en su artículo nº 19 que establece que “un combate acabará con la consecución de un ippón”, lo que se tendrá en consideración en la comparación de los datos de estructura temporal con otros estudios.

La duración total de los combates analizados de nuestro estudio es de  $7 \text{ min } 23 \text{ s} \pm 1 \text{ min } 43 \text{ s}$ , en consonancia con lo publicado por Gorostiaga (1988) para nivel regional de Francia ( $7 \text{ min } 19 \text{ s}$ ), Monteiro (1995) para el Campeonato de Europa Júnior de 1994 (7 min), y en general con todas las referencias que lo sitúan entre 7 y 8 min de duración (Degoutte y col, 2003; Sterkowicz y Maslej, 1998; Castarlenas y Planas, 1997; Sikorsky y col, 1987)

En la tabla 3.36 se observa un incremento de la media del número de pausas del UTE1 al UTE5 (de  $1.66 \pm 0.63$  a  $3.83 \pm 1.20$  pausas). Coincidimos con Bonitch, J. (2006) que observa, con judokas júnior y sub-23 de nivel nacional de España, un incremento de la media del número de pausas del UTE1 al UTE2 (de  $2.33 \pm 0.76$  a  $3.46 \pm 1.02$  pausas), manteniéndose prácticamente estable a partir de este UTE, hasta el UTE5 ( $3.67 \pm 1.04$  pausas); y con Monteiro (1995), que encontró un incremento de la media del número de pausas de 2.2 en el UTE1, a 3 en el UTE5.



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

En nuestro estudio, el número total de pausas durante los combates fue de  $13.58 \pm 2.63$ , en consonancia con las  $16.58 \pm 3.45$  encontradas por Bonitch, J. (2006) y superior a las encontradas por Monteiro (1995) (9 pausas), Castarlenas y Planas (1997) en el Campeonato Mundial Absoluto de 1991 (7.22 pausas), Majeau y Gaillat (1990) en el Campeonato Nacional de Francia por Equipos (10 pausas), Sikorski (1985) en el Campeonato Nacional Polaco de 1985 (7.71 pausas) y Sterkowicz y Maslej (1998) en el Campeonato Nacional Polaco de 1996 (5.95 pausas), debido a que en estos hay un alto porcentaje de combates que terminan antes del tiempo reglamentario, no así en nuestro estudio y el de Bonitch, J. (2006), en los que todos los combates se realizaban consumiendo la totalidad de los 5 min reglamentarios. Bonitch, J.G. (2004) en los Campeonatos Autonómicos Senior de Andalucía 2003 y 2004 discriminó en su estudio los combates que terminaban antes del tiempo reglamentario de los que lo hacían a tiempo completo y encontró un número total de pausas para los últimos similar al registrado en nuestro estudio (13.05 pausas).

En la tabla 3.38 y en la figura 3.9 se observa que los tiempos por secuencia de trabajo en nuestro estudio descienden gradualmente, especialmente en los últimos dos min, siendo la media del tiempo de cada secuencia de trabajo en el total del combate de  $13.95 \pm 9.09$  s, superior a lo registrado por Bonitch, J. (2006) ( $10.80 \pm 7.06$  s), e inferior al de los encontrados por Monteiro (1995), Castarlenas y Planas (1997) y Sterkowicz y Maslej (1998), que oscilan entre los 18 y 25 s.

Los tiempos por cada secuencia de pausa, aumentan en general a lo largo del combate, excepto en el UTE2 y el UTE4, igual que lo encontrado por Monteiro (1995), Bonitch, J.G. (2004) y Bonitch, J. (2006). La media de la secuencia de pausa durante los combates es de  $13.79 \pm 9.47$  s, muy similar a lo registrado por Bonitch, J. (2006) ( $13.70 \pm 9.58$  s), por Monteiro (1995) (entre 13 y 14 s), por Majeau y Gaillat (1990) (11.5 s) y por Castarlenas y Planas (1997) ( $12.4 \pm 4.07$  s), e inferior al registrado y por Bonitch, J.G. (2004) para los Campeonatos Autonómicos Senior de Andalucía 2003 (19.21 s) y 2004 (19 s), ambos para los combates que terminaban al final del tiempo reglamentario.

En la tabla 3.37 y en la figura 3.8 se observa que el TD por UTE se incrementa, en general, del UTE1 al UTE5 de combate (de  $33.37 \pm 16.23$  s a  $45.08 \pm 19.06$  s). Coincidimos con los estudios de Bonitch, J. (2006), Monteiro (1995) y Bonitch J.G. (2004), 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, J. (2006), Bonitch, J.G. (2004), y superiores a los registrados por Monteiro (1995).

Los TR por UTE también aumentan del UTE1 al UTE5 en nuestro estudio (de  $39.37 \pm 7.56$  s en el UTE1, a  $52.46 \pm 8.40$  s en el UTE5) siendo superiores a los encontrados por Monteiro (1995) y similares a los de Bonitch, J. (2006) y Bonitch, J.G. (2004).

El TD total durante los combates de nuestro estudio fue de 3 min 16 s  $\pm 47.83$  s, inferior al registrado por Bonitch, J.G. (2004) para los Campeonatos Autonómicos Senior de Andalucía 2003 (4 min 13 s) y muy similar para el 2004 (3 min 9 s), ambos para los combates que terminaban al final del tiempo reglamentario, e inferior también a lo encontrado por Bonitch, J. (2006) (4 min 20 s).

El tiempo total de trabajo durante los combates de nuestro estudio fue de 3 min 48 s  $\pm$  21.22 s muy similar al registrado por Bonitch, J.G. (2004) para los Campeonatos Autonómicos Senior de Andalucía 2003 (3 min 43 s) y 2004 (3 min 56 s), ambos para los combates que terminaban al final del tiempo reglamentario, y ligeramente superior a lo encontrado por Bonitch, J. (2006) (3 min 31 s) también de combates a tiempo completo.

## 4.9.

### Acúmulo y aclaramiento de ácido láctico.

La estructura temporal del combate de Judo se caracteriza por la sucesión de periodos de esfuerzo de entre 15 y 30 s de duración, y periodos de pausa de 10 a 15 s (Bonitch J, 2006; Bonitch J.G., 2004; Monteiro y col, 2001; Castarlenas y Planas, 1997). Al ser estos esfuerzos muy intensos y los intervalos de descanso no lo 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 judokas después de los combates (Gringo y col, 1995; Callister y col, 1991; Callister y col, 1990; Sikosrki y col, 1987; Tumilty y col, 1986; Bracht y col, 1982), que oscilan entre los 13 y 18 mmol/l (Bonich, J., 2006; Franchini y col, 2003; Amorin, 1996; Sijan, 1991; Ebine, 1991; Gorostiaga, 1988). Nuestro estudio concuerda con estos datos, habiendo encontrado una concentración máxima media de lactato sanguíneo de  $15.5 \pm 1.3$  mmol/l, niveles que indican que la intensidad relativa media de la competición realizada en nuestro estudio es de carácter máximo y se encuentra dentro de los límites establecidos para una competición de Judo. El valor pico máximo, a nivel general, se encuentra en el min 1 después de los combates (tabla 3.39), de acuerdo con Bonitch, J. (2006) y Franchini y col (1999).

Yoon y Jun, (2002) encontraron niveles de lactato máximo de entre 10 y 13 mmol/l después de 5 min de combate en luchadores olímpicos del equipo nacional coreano.

Tras el análisis de los resultados, se observa que la concentración de lactato va disminuyendo del combate 1 al 4, así como del min 1 al 14 de descanso después de cada combate, obteniéndose valores promedio de lactato a los 14 min de descanso de  $10.86 \pm 3.73$ ;  $12.33 \pm 4.51$ ;  $9.29 \pm 3.49$  y  $7.82 \pm 1.95$  mmol/l en el combate 1, 2, 3 y 4 respectivamente (tabla 3.39), lo que demuestra que los intervalos de descanso de 15 min entre los combates son insuficientes para la recuperación metabólica completa de los judokas, como afirman Bonitch, J. (2006) y 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, 1996). Por lo tanto, la intensidad relativa de la competición va disminuyendo a medida que avanzan los combates, ya que se observa una mayor participación del metabolismo anaeróbico láctico al comienzo del mismo, pero al final de este, prevalece el metabolismo aeróbico (Tabata, 1997; Muramatsu, 1994).

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

Cuando realizamos la comparación múltiple para la variable de la concentración de lactato sanguíneo, se muestra que existen diferencias entre los lactatos obtenidos en los min 1 ( $p=0.010$ ), 3 ( $p=0.003$ ) y 14 ( $p=0.009$ ) después de los combates (tabla 3.40).

Brooks y col (1999) afirman que, debido a que la capacidad del organismo de aclarar el ácido láctico, está relacionada directamente con la concentración del mismo el atleta debe experimentar altos niveles de acidez circulando (10 mmol/l o más) para que se desarrolle el mecanismo de aclaramiento.

El aclaramiento medio por min durante los sucesivos combates en nuestro estudio (a lo largo de 14 min de descanso pasivo), es de  $0.56 \pm 0.28$  mmol/l/min. En su estudio sobre la concentración de lactato medida durante la realización de cuatro combates de Judo, Bonitch (2006) encuentra un aclaramiento de 0.69 mmol/l/min, únicamente en los dos primeros min después de los combates. Ebine y col (1993) y Han (1996), estiman que los valores óptimos 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/l/min.

En la realización de un test de simulación competitiva de 5 min de duración (Coptest. García, 2004), se alcanzan valores de aclaramiento láctico de 0.91 mmol/l/min para los judokas expertos y de 0.66 mmol/l/min para judokas novatos (entre la concentración de lactato hallada después del test y la hallada a los 5 min), de acuerdo con los observados por Thomas y col (1990) y por Takenuchi y col (1998), pero muy superiores a los encontrados por Starbrook (1978), Awazu (1995) en García (2004) y Sterkowicz (1998).

Esta velocidad de aclaramiento del lactato dependerá de los niveles iniciales del mismo, lo que supone que si el judoka no dispone de una buena capacidad de filtración del lactato, se verá inmerso en un declive funcional antes de comenzar el siguiente combate (Sharp, 1998; Takahashi, 1998; Visser, 1998; Pustelnik, 1997).

Como podemos observar, los judokas de nuestro estudio demuestran una capacidad de aclaramiento láctico inferior que los judokas de alto nivel.

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. En Judo, Franchini (2001) investigó los efectos del aclaramiento láctico mediante un descanso activo, en el rendimiento del combate de Judo y 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.

#### 4.9.1.

##### **Correlaciones entre las concentraciones máximas de lactato.**

Existe una correlación altamente significativa entre los LACT (tabla 3.42). Bonitch, J. (2006), al igual que en nuestro estudio, realiza cuatro combates consecutivos de Judo con 15 min de descanso entre cada uno, y encuentra una correlación significativa ( $p < 0,05$ ) entre el LACT/1, y los LACT/2, LACT3 y LACT/4, y entre el LACT/2 y el LACT/3, sin embargo no existe correlación entre estos y el LACT/4.

Estos datos nos permiten afirmar de nuevo, que los intervalos de descanso de 15 min entre los combates son insuficientes para la recuperación metabólica completa de los judokas, como afirman Bonitch, J. (2006) y 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, 1996)

#### 4.9.2.

##### **Correlaciones entre las concentraciones máximas de lactato con la masa corporal de los judokas.**

En la tabla 3.43 y la figura 3.11 podemos observar que existe una correlación altamente significativa (negativa) entre la masa corporal de los judokas y las concentraciones máximas de lactato después de los combates 1, 2 y 3, y una significación práctica en el combate 4.

Sanchis y col (1991), no encuentra correlación entre el peso del judoka y la concentración de lactato después de los combates.

#### 4.10.

##### **Frecuencia cardiaca registrada durante los combates.**

Gran número de investigaciones apuntan a que la FC es un indicador de la actividad física (Ekelund y col, 2001; Strath y col, 2000).

Si bien es conocido que la FC se relaciona con la producción de energía aeróbica y que en ejercicios de intensidad máxima, la contribución anaeróbica es importante, apenas existen investigaciones que estudien si la FC es un indicativo de la producción de energía de forma aeróbica durante ejercicios puramente anaeróbicos.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

El registro de la FC ha sido utilizado en nuestro estudio para cuantificar la carga de trabajo durante la competición y poder comparar los valores con otros estudios de las mismas características.

Los resultados descriptivos del grupo se muestran en la tabla 3.44 y en la figura 3.12. Tras el análisis de los resultados, se observa que la media de la FC durante los sucesivos combates, no varía significativamente ( $p=0.004$ ) y oscila entre 179 y 184 ppm con una desviación entre 6.21 y 7.71 ppm.

A pesar de que la FC es uno de los indicadores de esfuerzo que más fácilmente podemos medir y que existen instrumentos de registro que permiten una medición fiable de este parámetro, en Judo, hay imprecisión y dificultades de estudio para estandarizar las variables fisiológicas de observación (Monteiro, 1995), debido a las dificultades impuestas por el reglamento. Hoy en día, las características del Judo, no permiten que estos estudios puedan llevarse a cabo directamente (midiendo el oxígeno consumido o telemétricamente). Como hemos descrito anteriormente en el apartado del método, en nuestro estudio, se monitorizó a los sujetos tomando las medidas de seguridad oportunas.

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

Bonitch, J. (2006), tras la realización de cuatro combates a tiempo total (agotando los 5 m de tiempo reglamentario máximo), encontró que la media de la frecuencia cardiaca de los sucesivos combates, no variaba significativamente ( $p=0,067$ ) y oscilaba entre  $179 \pm 13,72$  y  $188 \pm 8,02$  ppm.

Bonitch, J. (2005), en un estudio previo a la realización de su Tesis Doctoral (en Bonitch, 2006) para determinar la magnitud y comportamiento de la FC durante un combate, monitorizó a 8 judokas durante una competición internacional de categoría júnior de la cual era el organizador, y comprobó que la FC registrada al comienzo y durante los combates realizados fue de  $151 \pm 11$  y  $181 \pm 23$  ppm 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 y de  $145 \pm 10$  y  $174 \pm 9$  ppm respectivamente.

En este estudio se pone de manifiesto que durante las pausas la FC del judoka apenas varía. 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  $172,35 \pm 16,33$  ppm, con un valor mínimo de 143 y un valor máximo de 198 ppm.

Callister y col (1991), en un estudio realizado al equipo nacional de Judo de EE.UU., observó que la FC de los judokas masculinos después de 3-7 combates, fue de  $185 \pm 4$  ppm, cercana a la FC máxima de estos judokas.

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.

Con respecto a los perfiles de actividad física, parece haber un acuerdo sobre las variables fisiológicas de importancia. El Judo es actualmente un deporte dinámico y de exigencia fisiológica, que necesita de la energía glicolítica, relacionada con intensos periodos de actividad muscular y unas reservas aeróbicas adecuadas, para que la actividad pueda ser mantenida durante los 7 a 8 min de media total que duran los combates (5 min de duración real reglamentaria) (Thomas y col, 1989). Las demandas fisiológicas del combate de Judo necesitan de la contribución de ambos sistemas de aporte de energía, el anaeróbico y el aeróbico (Franchini y col, 2003; Muramatsu y col, 1994).

En general, la FC, aumenta conforme al gasto energético ya que el corazón actúa como un órgano de servicio, adecuando el nivel funcional del corazón a las necesidades de  $O_2$  por parte de las células sistémicas. Este nivel funcional se modifica mediante los cambios producidos en la frecuencia cardiaca o en la contracción ventricular (Braunwald, 1983).

El llamado efecto de “dientes de sierra” producido por la FC, indica que el sistema nervioso “está buscando” el equilibrio apropiado (Fagraeus y Linnarsson, 1976).

Posteriormente la FC aumenta de forma lineal con el aumento del ejercicio; esto ocurre a cargas de trabajo medias. Pero este aumento tiende a disminuir en valores cercanos al  $VO_2$  max, cuando las cargas son submáximas o máximas (Lacour y col, 1998; Calbet y col, 1995), como es el caso del Judo, ocurriendo así un punto de ruptura en la linealidad.

Algunos autores consideran que este punto de ruptura coincide con el umbral anaeróbico (Conconi y col, 1982; Conconi y col, 1996). Sin embargo, esto es cuestionado por muchos autores, argumentando que tal punto no existe sino que su hipotética aparición se debe a una disminución de la intensidad de trabajo provocada por la sensación de cansancio a intensidades altas (Terrados, en López Chicharro y Legido Arce, 1991), como ocurre en Judo y se demuestra con el estudio de la estructura temporal del combate donde podemos observar que el tiempo de pausa o descanso se va incrementando a lo largo de este.

Posteriormente la FC seguiría su progresivo aumento hasta un límite superior que está relacionado con la edad (Astrand y Rodahl, 1997).

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 ppm se encuentra ubicada entre la zona mixta (zona de  $VO_2$  máx) y la zona anaeróbica láctica y aláctica.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

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.

Como consecuencia, y pese al carácter intermitente de los esfuerzos en Judo, FC 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 min, a través de un soporte metabólico mixto.

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.

---

CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN.



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

---

# 5.

## CONCLUSIONES



*UGR*

Universidad  
de Granada

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

## **CONCLUSIONES.**

Una vez descritos y analizados los resultados de este estudio, podemos concluir que:

- Existe un aumento de la potencia máxima de los brazos después de los combates de Judo, en base al incremento significativo de la velocidad.
- Hay una pérdida significativa de la fuerza isométrica de las manos antes de comenzar los sucesivos combates, sin embargo no se produce un cambio significativo entre las medidas tomadas al finalizar los mismos. La reducción de la fuerza isométrica máxima antes y después de los combates, se muestra solamente para ambas manos en el 1º.
- No existe correlación entre la potencia máxima y la fuerza y velocidad con que se consigue esta, con la máxima concentración de lactato sanguíneo después de los combates.
- No hemos apreciado correlación de la fuerza isométrica máxima de la mano derecha e izquierda después de los combates, con la máxima concentración de lactato sanguíneo después de los combates.
- La fuerza dinámica máxima y la potencia máxima en el press en banca correlacionan significativamente con las variables antropométricas medidas en este estudio para los brazos.

## **PERSPECTIVAS DE FUTURO.**

- Dada la heterogeneidad de las características de los judokas de las distintas categorías, tendríamos que replicar el trabajo tomándolo en consideración.
- En función de los innovadores resultados obtenidos para la musculatura extensora de los brazos, deberíamos replicarlo para la musculatura flexora.
- Comprobar si la potenciación producida por los combates de Judo afecta a la estabilidad en la realización del gesto técnico deportivo.

# 6.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



*UGR* Universidad  
de Granada

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abbate, F., Sargeant, A.J., Verdijk, P.W.L. y Haan, A. (2000). Effects of high frequency initial pulses and posttetanic potentiation on power output of skeletal muscle. *J Appl Physiol*, 88: 35-40.
2. Adams, N. (1992). *Los agarres*. Barcelona: Paidotribo.
3. 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.
4. Ahlborg, G., Jensen-Urstad, M. (1991). Metabolism in exercising arm vs leg muscle. *Clin Physiol*, 11: 459-468.
5. Ahmaidi, S., Granier, P., Taoutaou, Z., Mercier, J., Dubouchaud, H., Prefaut, C. (1996). Effects of active recovery on plasma lactate and anaerobic power following repeated intense exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 28: 450-6.
6. Amorim, A.R., Gringo, A., 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.
7. Andersson, E., Sward, L., Thorstensson, A. (1988). Trunk muscle strength in athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 20:587-593.
8. Artioli, G., Coelho, D., Benatti, F., Gailey, A., Berbel, P., Adolpho, T., Lancha, A. (2005). Relationship Between Blood Lactate And Performance In A Specific Judo Test. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37(5) Supplement: S99.
9. Astrand, P.O. y Rodhal, K. (1997). *Textbook of work Physiology*. McGraw-Hill Inc.
10. Andreoli, A., Monteleone, M., Van Loan, M., Promenzio, L., Tarantino U., Lorenzo, A. (2001). Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 28: 450-456.
11. Araújo, C.G.S., Gomes, P.S.C., Novaes, E.V. (1978). O somatotipo de judocas brasileiros de alto nível. *Caderno Artus de Medicina Desportiva*, 1: 21-30.
12. Aziz, R.A., Tan, B., Teh, K.C. (2002). Physiological responses during matches and profile of elite pencak silat exponents. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1: 147-155.13.

13. Baker, D. (2001a). A series of studies on the training of high-intensity muscle power in rugby league football players. *J Strength Cond Res*, 15: 198–209.
14. Baker, D. (2001b). Acute and long-term power responses to power training: Observations on the training of an elite power athlete. *Strength Cond J*, 23: 47–56.
15. Baker, D. (2001c). Comparison of upper-body strength and power between professional and college-aged rugby league players. *J Strength Cond Res*, 15: 30–35.
16. Baker, D., Nance, S., Moore, M. (2001d). The load that maximizes the average mechanical power output during explosive bench throws in highly trained athletes. *J Strength Cond Res*, 15: 20–24.
17. Balsom, P.D., Seger, J.Y., Sjödín, B., Ekblom, B. (1992a). Maximal-intensity intermittent exercise: effect of recovery duration. *International Journal of Sports Medicine*, 13 (7): 528–533.
18. Balsom, P.D., Seger, J.Y., Sjödín, B., Ekblom, B. (1992b). Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 65: 144–149.
19. Bangsbo, J., Johansen, L., Quistorff, B., Saltin, B. (1993). NMR and analytic biochemical evaluation of CrP and nucleotides in the human calf during muscular contraction. *J Appl Physiol*, 74(4): 2034–2039.
20. Banovic, I. (2001). Possible Judo performance prediction based on certain motor abilities and technical knowledge (skills) assessment. *Kinesiology (Zagreb)*, 33(2): 191–206.
21. Barrault, D., Brondani, J.C., Rousseau, D. (1991). *Médecine du Judo*. Paris: Masson.
22. Behm, D.G., Sale, D.G. (1993). Velocity specificity of resistance training. *Sports Med*, 15(6): 374–88.
23. Birrer, R.B., Stein, R., Kalman, F., McGlonin, E. (1984). Fitness profile of the elite martial arts athlete. *Med Sci Sport Exerc*, 18:193.
24. Bogdanis, G.C., Nevill, M.E., Boobis, L.H., Lakomy, H.K.A. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *Journal of Applied Physiology*, 80 (3): 876–884.
25. Bogdanis, G.C., Nevill M.E., Lakomy H.K.A (1994). Effects of previud dynamic arm exercise on power output during repeated maximal spring cycling. *J Sports Sci*, 12: 363–70.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

26. Bonitch, J.G. (2004). *Estructura temporal de los combates de Judo del Campeonato de Andalucía Senior 2003*. III Seminario del Judo Andaluz. Fanjyda, Cádiz, España.
27. Bonitch, J. (2006). *Evolución de la fuerza muscular relacionada con la producción y aclaramiento de lactato en sucesivos combates de Judo*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. España.
28. Bonitch, J., Ramirez, J., Femia, P., Feriche, B., y Padiál, P. (2005). Validating the relation between heart rate and perceived exertion in a Judo competition. *Med Sport*, 58: 23-8.
29. Books, G.A. (2001). Lactate doesn't necessarily cause fatigue: ¿why are we surprised? *J Physiol*, 536-541.
30. Borges, O.A. (1989). Estudio sobre a eficiencia do "Kumi Kata" em lutas de Judo Thesis (M. Sc.). Universidade de Sao Paulo.
31. Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular. Aspectos metodológicos*. (1ª ed.) Barcelona: INDE Publicaciones.
32. Bosco, C., y Komi, P.V. (1979). Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscle. *Eur J Appl Physiol*, 41: 275-284.
33. Bosco, C., y Luhtanen, P. (1992). Fisiología e Biomecánica applicata al Calcio. Roma : Societá Stampa Sportiva.
34. Bracht, V., Moreira, N., Umeda, O. (1982). Efecto de lutas sucessivas sobre o nivel de ácido láctico sanguíneo do judocas. *Revista E. Física*, 3: 25-28.
35. Braunwald, E. y Cohn, P.F. (1983): «Cardiopatía isquémica» en Petersdorf, R.G. y Adams, R.D. (eds): *Principios de Medicina Interna*, Nueva York, McGraw Hill, vol. II.
36. Brooks, G.A., Dubouchaud, H., Brown, M., Sicurello, J.P., Butz, C.E. (1999). Role of mitochondrial lactate dehydrogenase and lactate oxidation in the intracellular lactate shuttle. *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, 96(3): 1129-1134.
37. Byström, S.E.G. y Kilbom, A. (1991). Physiological response in the forearm during and after isometric intermittent handgrip. *European Journal of Applied Physiology*, 60 (4): 457-466.
38. Callan, S.D., Brunner, D.M., Devolve, K.L., Mulligan, S.E., Hesson, J., Wilber, R.L., Kearney, J.T. (2000). Physiological Profiles of Elite *Freestyle Wrestlers*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(2): 162-169.
39. Callister R., Callister R.J, Staron R.S., Fleck S.J., Tesch P., Dudley G.A. (1991). Physiological characteristics of elite judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 12: 196-203.

## CAPÍTULO 6: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

40. 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.
41. Calbet, J.A., García, B., Fernández, A., Chavarren, J. (1995). Validez y fiabilidad del umbral de frecuencia cardiaca como índice de condición física aeróbica. *Arch Med Dep*, 12(50): 435-444.
42. Carratalá, V., Pablos, C. y Carqués V. (2003). Valoración de la fuerza explosiva, elástico-explosiva y flexibilidad de los judokas infantiles y cadetes del equipo nacional español. *II Congreso Mundial de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Deporte y Calidad de Vida. Granada.*
43. Carter, J.E.L., Heath, B.H. (1990). Somatotyping: development and applications. *Cambridge: Cambridge University Press.*
44. Carter, JEL. (1982). Physical structure of olympic athletes. Part I: The Montreal Olympic games anthropological project. *Basel: Karger. Medicine and Sport*, 16.
45. Castarlenas, J.L. y Planas, A. (1997). Estudio de la estructura temporal del combate de Judo. *Apunts Educ Física Deportes*, 47: 32-9.
46. Catcheside, P.G., Scroop, G.C. (1993). Lactate kinetics in resting and exercising forearms during moderate-intensity supine leg exercise. *J Appl Physiol*. 74:435-443.
47. Cavazani, R.N. (1991). Blood lactate before and after successive Judo matches. *Rio Claro, Universidade Estadual Paulista*. 1-30.
48. Cinar, G., Tamer, K. (1994). Lactate profiles of wrestlers who participated in 32nd European Free-Style Wrestling Championship in 1989. *J Sports Med Phys Fitness*, 34(2): 156-60.
49. Claessens, A.L.M., Beunen, G.P., Wellens, R., Geldof, G. (1987). Somatotype and body structure of world top judoists. *J Sports Med*, 27: 105-113.
50. Cometti, G. (1998). *La pliometría*. Barcelona: Inde.
51. Cometti, G. (1989). *Los métodos modernos de musculación*. (1ª. Ed.). Barcelona: Paidotribo.
52. Conconi, F., Grazi, J.E., Gasoni, I., Guglielmini, C., Borsetto, C., Balarin, E., y col. (1996). The Conconi Test: methodology after 12 years of application. *Int J Sports Med*, 7(7): 509-519.
53. Conconi, F., Ferrari, M., Zigliio, P.G., Droghetti, P., Codeca, L. (1982). Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *J Appl Physiol*, 52(4): 869-873.



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

54. Costill, D.L., y Fox, E.L. (1969). Energetics of marathon running. *Med Sci Sports*, 1: 81-86.
55. 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.
56. 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.
57. Degoutte, F., Jouanel, P., y Filaire, E. (2003). Energy Demands during a judo match and recovery. *Br J Sports Medicine*, 37: 245-249.
58. 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. A Coruña, España.
59. Durnin, J.V., Womersley, J. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thicknesses measurements on 481 men and women aged 16-72 years. *Br J Nutr*. 32:77-97.
60. Ebine, K., Tamura, S., Sato, K., Yokomuro, M., Aihara, M., Kato, A. (1993). Echocardiographic analisis in elite japanese Judo athletes. *Medicine and Sport*, 67: 29-35.
61. Ebine, K., Yoneda, I., Hase, H., Aihara, K. (1991). Physiological characteristics of exercise and findings of laboratory tests in Japanese elite Judo athetes. *Medicine du Sport*, 65: 73-79.
62. Edmar, L., Sabrina, P., Ciro, J., Joao, C. (2002). Composição corporal de judocas: aspectos relacionados ao desempenho. [www.judobrasil.com.br](http://www.judobrasil.com.br).
63. Ekelund, U.L.F., Sjöstrom, M., Yngve, A., Poortvliet, E., Nilsson, A., Froberg, K., Wedderkopp, N., Westerterp, K. Physical activity assessed by activity monitor and doubly labeled water in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(2): 275-281.
64. Esparza, F. (1993). Manual de Cineantropometría. *Monografía FEMEDE*.
65. Fagerlund, R. y Hakkinen, H. (1991). Strength profile of Finnish judoists - measurement and evaluation. *Biology of Sport*, Warsaw, 8 (3): 143-149.
66. Fagraeus, L. y Linnarsson, D. (1976). Autonomic origin of heart rate fluctuations at the onset of muscular exercise. *J Appl Physiol*, 40: 679-682.
67. Fahey, T.D., Akka, L., Rolph, R. (1975). Body composition and VO2 max of exeptional weight-trained athletes. *J Appl Physiol*, 39: 559-561.

## CAPÍTULO 6: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

68. Fallentin, N., Jorgensen, K. y Simonsen, E.B. (1993). Motor unit recruitment during prolonged isometric contractions. *Eur J Appl Physiol*, 67: 335-341.
69. Farnosi, I. (1980). Body composition, somatotype and some motor performance of judoists. *Journal of Sports Medicine*, 20: 431-434.
70. 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.
71. Ferguson, R.A., Brown, M. D. (1997). Arterial blood pressure and forearm vascular conductance responses to sustained and rhythmic isometric exercise and arterial occlusion in trained rock climbers and untrained sedentary subjects. *European journal Applied Physiology*, 76 (2): 174-180.
72. Franchini, E., Nunes, A.V., Moraes, J.M. y Del Vecchio, F.B. (2007). Physical Fitness and Anthropometrical Profile of the Brazilian Male Judo Team. *J Physiol Anthropol*, 26 (2): 59-67.
73. Franchini, E., Takito, M.Y., Kiss M.A.P.D.M, Sterkowicz, S. (2005a). Physical fitness and anthropometric differences between elite and nonelite judo players. *Biol Sport*, 22: 315-328
74. Franchini, E., Takito, M.Y., Bertuzzi, R.C.M. (2005b). Morphological, physiological and technical variables in high-level college judoists. *Archives of Budo*, 1: 1-7.
75. Franchini, E., Souza, C.E.B., Urasaki, R., Fermino de Oliveira, R.D.S., Sauressig, F., Matheus, L. (2004). Teste de resistência de força isométrica e dinâmica na barra com o judogi. In: *III Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte, 2004, Valencia*.
76. Franchini, E., Takiko, M.Y., Nakamura, F.Y., Matsushigue, A. K., 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.
77. Franchini, E., Nakamura, F.Y., Taniko, M.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.
78. Franchini, E., Takito, M.Y., Nakamura, F. Y., Regazzini, M., Matsushigue, K. A., Kiss, M. (1999). Influência da aptidão aeróbia sobre o desempenho em uma tarefa anaeróbia láctica intermitente. *Motriz, Rio Claro*, SP: Unesp, 5 (1): 58-66.
79. Franchini, E., Takito, M.Y., Matheus, L., Brito Vieira, D.E., Kiss, M.A.P.D.M. (1997). Composição corporal, somatotipo e força isométrica en atletas da seleção brasileira universitaria de judo. *Ambito Medicina Esportiva*, 34: 21-29.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

80. Franchini, E., Takiko, M.Y. y Peduti Dal`molin M.A. (1997). Somatotipo, composição corporal e força isométrica em diferentes períodos do treinamento em atletas de judô juvenis. *Revista treinamento desportivo*, 5-10.
81. Frings-Drensen, M., Etteradossi, J., y Favre-Juvin, A. (1998). Máximo aerobic capacity, anaerobic capacity and isometric muscle strength in alpine skiers, cross-country skiers and judokas. *Medicine du Sport*, 61 (2).
82. Gaitanos, G.C., Williams, C., Boobis, L.H., Brooks, S. (1993). Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *Journal of Applied Physiology*, 75 (2): 712-719.
83. 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.
84. 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.
85. Gareth, G. y Lees, A. (2005). Changes in the force development characteristics of muscle following repeated maximum force and power exercise. *Ergonomics*, 48: 1576-1584.
86. Garhammer, J. A. (1993). A review of power output studies of Olympic and powerlifting: Methodology, performance prediction, and evaluation tests. *J Strength Cond Res*, 7: 76-89.
87. 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 P<sub>31</sub>. *Science & Sports*, 10(4): 201-207.
88. González-Badillo, J.J. y Ribas, J. (2002). *Bases de la Programación del entrenamiento de fuerza*. (1ª ed.). Barcelona: INDE Publicaciones.
89. González-Badillo, J.J. y Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de fuerza*. (1ª ed.). Barcelona: INDE Publicaciones.
90. Gorostiaga, E. (1988). Coste energético del combate de judo. *Apunts*, 25: 135-139.
91. Gringo, A., Amorim, A.R., Kokubun, E. (1995). Condição aerobia e anaerobia em diferentes categorías de idade no Judo. Laboratorio de Biodinámica, Dto. de Educ. Fisc. I.B. UNESP-Rio Claro.

## CAPÍTULO 6: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

92. Gullich A. y Schmidtbleicher. (1995). Short-term potentiation of power performance induce by maximal voluntary contractions. In: Book of Abstracts- XVth Congress of the international Society of Biomechanics. Hakkinen, K., Keskinen, K. L., Komi, P., Mero, A., ed. Jyvaskyla.ISB, 348-349.
93. Guidetti, L., Musulin, A., Baldari, C. (2002). Physiological factors in middleweight boxing performance. *J Sports Med Phys Fitness*, 42(2): 309-314.
94. Haff, G.G., Whitley, A. y Potteiger, J.A. (2001). A brief review: Explosive exercises and sports performance. *Strength Cond J*, 23: 13–20.
95. Häkkinen, K. y Myllyla, E. (1990). Acute Effects of muscle fatigue and recovery on force production and relaxation in endurance, power and strength athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 30:5-12.
96. Häkkinen, K., Komi, P.V. (1986). Effect of fatigue and recovery on electromyographic and isometric force and relaxation time characteristics of human skeletal muscle. *European Journal of Applied Physiology*, 55(6): 588-596.
97. Häkkinen, K. y Komi, P.V. (1985). The effect of explosive type strength training on electromyographic and force production characteristics of leg extensor muscles during concentric and various stretch shortening cycle exercises. *Scand. J. Sports Sci.* 7: 65–76.
98. 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.
99. Hamada, T., Sale D.G., Mac Dougall D.J. y Tarnopolsky, M.A. (2000). Postactivation potentiation, fiber type and twitch contraction time in human knee extensors muscles. *J Appl Physiol*, 88: 2131-2137.
100. Hamada, T., Sale D.G., Mac Dougall D.J. (2000). Postactivation potentiation in endurance trained male athletes. *Med Sci Sport Exerc*, 32: 403-411.
101. Han, M. (1996). Psychological profiles of korean elite judoist. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(6): 67-71.
102. 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.
103. Heller, J., Peric, T., Dlouhá, R., Kohlíková, E., Melichna, J., Nováková, H. (1998). Physiological profile of male and female taekwon-do (ITF) black belts. *Journal of Sports Sciences*. 16: 243-249.
104. Hogan, M.C. y Welch, H.G. (1984). Effect of varied lactate level on bicycle ergometer performance. *J Appl Physiol*, 57: 507-13.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

105. Hori, N., Newton R.U., Nosaka, K., Stone, M.H. (2005). Weightlifting exercises enhance athletic performance that requires high-load speed strength. *Strength and Conditioning Journal*. 27 (4): 50-55.
106. Hubner-Wozniak, E., Kosmol, A., Lutoslawska, G., Bem, E.Z. (2004). Anaerobic performance of arms and legs in male and female free style wrestlers. *J Sci Med Sport*, 7(4): 473-80.
107. Ichinose, Y., Kanehisa, H., Ito, M., Kawakami, Y., Fukunaga, T. (1998). Morphological and functional differences in the elbow extensor muscle between highly trained male and female athletes. *Eu J Appl Physiol*, 78: 109-114.
108. Iida, E., Takeuchi, M., Nakajima, T. (1988). The study on measurement items for the diagnosis of university judo athletes in Japan. *Research Journal of Budo*. Tokyo, 30(1): 10-18.
109. 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.
110. 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.
111. Jensen, R.L., Freedson, P.S., Hamil, J. (1996). The prediction of power and efficiency during near-maximal rowing. *Eur J Appl Psychol*. 73: 98-104.
112. Jensen-Hurstad, M., Ahlborg, G. (1992). Is the high lactate realase during arm exercise due to a low training status?. *Clin. Physiol*. 12: 487-496.
113. Johnson, M.A., Polgar, J., Weightman D., Appelon, D. (1973). Data on the distribution of fiber types in thirty-six human muscles: and autopsy study. *J Neurol Sci*, 12: 11-129.
114. 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.
115. 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.
116. Kano, J. (1989). *Judo Kodokan*. Madrid. Eyras.

## CAPÍTULO 6: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

117. Karlsson, J. (1971). Lactate and phosphagen concentrations in working muscle of man. *Acta Physiol Scan*, 81: 1-72.
118. Karlsson, J., Bonde-Petersen, F., Henriksson, J., y Knuttgen, H.G. (1975). Effects of previous exercise with arms or legs on metabolism and performance in exhaustive exercise. *J Appl Physiol*, 38: 763-7.
119. Kawamori, N., y Haff, G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3): 675-684.
120. Kim, J.S. Y Jin, P. (2001). Effects of taekwondo practice on cardiovascular functioning and estimated oxygen uptake. *World Taekwon-Do Federation Magazine*. 79:31-44.
121. 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: 415-419.
122. Knudtson, A.V., Curt, J.T. y Agre, J.C. (1993). Fatigue and recovery of MVC after isometric exercise of different intensities in humans. *Med Sci Sports Exerc*, 25 (5), Suppl. S174.
123. Knuttgen, H.G., y Kraemer, W.J. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *J. App.Sports Sci. Res*, 1: 1-10.
124. Kraemer, W.J., Noble, B.J., Clark, M.J., Culver, B.W. (1987). Physiologic responses to heavy-resistance exercise with very short rest periods. *Int J Sports Med*, 8(4): 247-52.
125. Kroglund, C. y Jorgensen, K. (1993). Myo-electric fatigue manifestations revisited-power spectrum, conduction velocity, and amplitude of human elbow flexor muscle during isolated and repetitive endurance contractions at 30% maximal voluntary contraction. *Eur J Appl Phbiol*. 66 (2):161-173.
126. Kubo, J., Chishaki, T., Nakamura, N., Muramatsu, T., Yamamoto, Y., Ito, M., Saitou, H., Kukidome, T. (2006). Differences in fat-free mass and muscle thicknesses at various sites according to performance level among judo athletes. *J Strength Cond Res*, 20(3): 654-657.
127. Lacour, J.R., Padilla, S., Denis, C. (1998). La inflexión de la curva frecuencia cardiaca-potencia no es un indicador del umbral anaeróbico. *Apunts*, 25: 71-74.
128. Leger, L., Mercier M., y Gauvin L. (1980). *The relationship between %  $\dot{V}O_2$  max and running performance time*. En: Unpublished manuscript. Comunicación personal.
129. 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.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

130. López, J. y Fernández, A. (2001). *Fisiología del Ejercicio*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
131. Lucic, J. (1989). Prognostic validity of some situation motor tests for judo. *Fizicka kultura (Belgrade)*. 43(3): 147-152.
132. Lutoslawska, G., Hübner-Wozniak, E., Kosmol, A. (2003). Blood lactate response to 30 s arm cranking and leg cycling in elite wrestlers. *Medicina Sportiva*. 7: 69-76.
133. Majeau, J., Gaillat, M.L., (1986): Étude de l'acide lactique sanguin chez le judoka au cours de la saison 1984-1985. *Medicin du Sport*. 60 (4): 198-203.
134. Manno, R. (1991). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo.
135. Maughan, R.J., Leiper J.B. y Litchfield, P.E. (1986). The effects of induced acidosis and alkalosis on isometric endurance capacity in man. In: *Dotson Co, Humphrey J.H. (eds): Exercise physiology. Surrent Selected Research*, 2: 73-82.
136. McArdle, W.D., Katch, F.I., Katch, V.L. (2003). *Exercise physiology: Energy, nutrition and human performance*. Fifth edition. Lippincott, Williams & Wilkins.
137. 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.
138. Medbo, J.I., Tabata, I. (1993). Anaerobic energy release in working muscle during 30 s to 3 min of exhausting bicycling. *J. Appl. Physiol*. 75:1654-1660.
139. Meztger, J.M., y Moss, R.L. (1990). PH modulation of the kinetics of the Ca<sup>2+</sup>-sensitive cross-bridge state transition in mammalian single skeletal muscle fibers. *Journal Physiol*, 428: 751-764.
140. Modrago, A., Aragonés, M., Cebeiro, F. (1987). Estudio del somatotipo y de la composición corporal de los judokas campeones en el Campeonato de España de Judo Senior. *Archivos de Medicina del Deporte*, 4 (15): 263-268.
141. Monteiro, L.F., Peixoto, L., y Proenca, J. (2001). Physical fitness on elite judocas. Medallist and non medallist. *Abstract book. 2<sup>nd</sup> I.J.F. World Judo Conference. Munich, Alemania*.
142. Monteiro, L.F. (1995). Structure et Coût Energetique des Combats de Judo. Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologías (Portugal).

143. 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.
144. Muramatsu, S., Horiyasu, T., Sato, S.I., Hattori, Y., Ynangisawa, H., Onozawa, K. y col. (1994). The relationship between aeróbic capacity and peak power during intermittent anaerobic exercise of judo athletes. *Bull. Assoc. Sci. Study Judo*, 8: 151-60.
145. Nakanishi, H. (2003). *Abstract de las III jornadas internacionales de Judo*. I.A.D. Málaga.
146. Nasuda, N., Ruby, B.C., Gaskill, S.E. (2002). Substrate utilization during arm and leg exercise relative to the ventilatory threshold in men. *J Sports Med Phy Fitness*, 42: 403-8.
147. Newton, R.U., Murphy, A.J., Humphries, B.J., Wilson, G.J., Kraemer, W.J., 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.
148. Newton, R.U. y Dugan, E. (2002). Application of strength diagnosis. *Strength Cond J*, 24: 50–59.
149. 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.
150. Osnes J., Hermansen, L. (1972). Acid-base balance after maximal exercise of short duration. *J Appl Physiol*, 32: 59-63.
151. Padial, P. (1993). El sistema deportista y sus capacidades. *Stadium*, 159: 13-16.
152. 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.
153. Pérez, G.N. y Sanagua, J.O. (1996). Características morfológicas y cardiovasculares en Judo juvenil. Universidad Nacional de Catamarca, Secretaria de Ciencia y Tecnología - Colección Ciencia y Técnica.
154. Pitcher, J.B. y Miles, T.S. (1997). Influence of muscle blood flow on fatigue during intermittent human hand-grip exercise and recovery. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 24(7): 471-476.
155. Poortmans, J.R., Boisseau, N., Moraine, J.J., y col. (2005). Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, 37: 316-22.
156. Pustelnik, J. (1997). Atrinning device for Judo athletes. *Sport wyczynowsny*. Warsaw, 97: 57-61.



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

157. Ribeiro S.R., Tierra-Criollo C.J., Brandão Lopes Martins R.A. (2006). Efeitos de diferentes esforços de luta de judô na atividade enzimática, atividade elétrica muscular e parâmetros biomecânicos de atletas de elite. *Rev Bras Med Esporte*, 12 (1).
158. Rontoyannis, G.P. (1988). Lactate elimination from the blood during active recovery. *Journal Sports Med Phys Fitness*, 28: 115-23.
159. Sahlin, (1978). Intracellular Ph and energy metabolism in skeletal muscle of man. *Acta Physiol. Scand. Suppl.* 455: 1-56.
160. Sale D.G. (2002). Postactivation potentiation: Role in human performance. *Exerc. Sport Sci Rev*, 30: 138-143.
161. Saltin, B., Henrikson, J., Nygaard, E., Anderson, P. (1977). Fiber type and metabolic potential of skeletal muscles in sedentary man and endurance runners. *Ann NY Acad Sci*, 302: 3-29.
162. 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).
163. 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.
164. Schillings, M.L., Kalkman, J.S., Van der Werf S.P., Bleijenberg, G., Van Engelen, B.G., Zwarts, M.J., (2006). Central adaptations during repetitive contractions assessed by the readiness potential. *European Journal of Applied Physiology*. 97(5): 521-526.
165. Schmidbleicher, 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.
166. Schmidt, W.D., Piencikowski, C.L. y Vandervest, R.E. (2005). Effects of a competitive wrestling season on body composition, strength, and power in national collegiate athletic association division III college wrestlers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19 (3): 505-508.
167. Sharp, N., Koutedakis, Y. (1998). Anaerobic power and capacity measurements of the upper body in the elite Judo players. *Scottish Journal of Sport*, 16(2): 26-37.
168. Sharp N.C.C., Koutedakis, Y. (1987). Anaerobic power and capacity measurements of the upper body in elite judoists, gymnasts and rowers. *Aust J Sci Med Sport*, 19: 9-13.
169. Shaw, D.K., Deutch, DT. (1982). Heart rate oxygen uptake response to performance of Karate Kata. *J Sports Med Phys Fitness*. 4:461-468.

## CAPÍTULO 6: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

170. Siddiqi, T., Walker, S., Amundsen, L. (2002). Measurement of Hand Grip Fatigue. Proceedings of the 2002 Annual Conference of the American Physical Therapy Association (APTA), APTA Journal Website, www.ptjournal.org, June, 2002.
171. 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 Res*, 16: 173–178.
172. Sikorski W. (1985). Aktualne problemy treningu i walki sportowej Judo. *Instytut Sportu Warszawa*.
173. 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).
174. Siri, W.E. (1956). The gross composition of the body. In: Lawrence JH, Tobias CA, eds. *Advances in biological and medical physics. Academic Press, Inc., New York*.
175. Sitkowski, D. (2002). Some índices distinguishing Olympic or World Championship medallist. *Biology of Sport*, 19: 133-47.
176. Sjøgaard, G., Savard, G. y Juel, C. (1988). Muscle blood flow during isometric activity and its relation to muscle fatigue. *European Journal of Applied Physiology*. 57 (3): 327-335.
177. Starbrook, D. (1978). *Judo, Starbrook style*. McDonald and Jane's Publisher limited. London, Gret Britain.
178. Strath, S.J., Swartz, A.M., Bassett, D.R. JR., O'Brien, W.L., King, G.A., Ainsworth, B.E. (2000). Evaluation of heart rate as a method for assessing moderate intensity physical activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 32(9): 465-470.
179. Sterkowicz y Maslej (1998). An evaluation of modern tendencies in solving judo fight. En: <http://www.judoinfo/resench5.htm>.
180. Stone, M.H., O'bryant, H.S., Mccoy, L., Coglianesi, 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.
181. Szygula, Z., Gawronski, W. y Kalinski, M. (2003). Fatigue during exercise. *Medicina Sportiva*, 7, 57-67.
182. 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.
183. Takahashi, R., Matsumoto, T., Iwahara, F. (1998). Exercise intensity of randori (free practice) in Judo. *Nippon Sport Science University Journal*, 10(4): 33-50.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

184. Takahashi, R. (1992). Power training for Judo: plyometric training with medicine balls. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 14(2): 66-71.
185. Takeuchi, M., Nakajima, T., Tanaka, H., Okada, R. (1998). A case study of fundamental physical fitness in competitive performance and university Judo athletes in Japan. *Asian Games Scientific Congress. Seoul. Abstract*.
186. Takito, M. Y.; Franchini, E.; Rodacki, A. L. F.; Kiss, M. (1996). Composição corporal e força em atletas de judô. In: *XX Simpósio Internacional de Ciências do Esporte - Saúde, Nutrição e Performance. CELAFISCS. Anais. São Paulo-SP, 1996a, p. 147-148*.
187. Taylor, AW. y Brassard, L. (1981). A physiological profile of Canadian Judo Team. *J Sport Medicine*, 21: 160-4.
188. Terrados, N. (1991). Utilización de tests de campo para la valoración de la transición aeróbica-anaeróbica. En: *López Chicharro, J., Legido Arce, J.C. Umbral anaeróbico. Bases fisiológicas y aplicación. Madrid: Interamericana-McGraw-Hill*.
189. 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.
190. Thomas, P., Goulbault, C., Beau, M. (1990). Judokas, changes in lactatemia during successive fights. *Medicine du Sport*, 234-236.
191. 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.
192. Thompson, W.R. y Vinuesa, C. (1991). Physiologic profile of tae kwon do black belts. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation*. 3:49-53.
193. Toskovic, N.H, Blessing, D., Williford, H.N. (2004). Physiologic profile of recreational male and female novice and experienced Tae Kwon Do practitioners. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44 (2): 164-172.
194. Tumilty, D. y Hann, A. (1996). A physiological profile of well-trained male judo players, with proposals for training. *Excel Australie*, 4: 12-14.
195. Utter, A., Stone, M., O'Bryant, H., Summinski, R., Ward, B. (1988). Sport-seasonal changes in body composition, strength and power of college wrestlers. *J Strength and Cond Res*, 12(4): 266-271.
196. Vandervoort A.A. y McComas A.J. (1983). A Comparison of the contractile properties of the human gastrocnemius and soleus muscles. *Eur J Physiol*, 51:435-440.

## CAPÍTULO 6: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

197. Vandenoorn R., Xenii J., Bestic N.M. y Houston, M.E. (1997). Increased force development rates of fatigued mouse skeletal muscle are graded to myosin light chain phosphate content. *Am. J Physiol*, 272: 1980-1984.
198. Verjoshansky, Y., Siff, M.C. (2000). *Superentrenamiento*. Ed: Paidotribo.
199. Visser, W. (1998). Endurance build up on basic of techniques. En I.A.D. (Ed.), *II jornadas internacionales de Judo. Málaga. España*.
200. Vittori, C. (1990). El entrenamiento de la fuerza para el sprint. *RED*, 4(3): 2-8.
201. Vollestad, N.K., Tabata, I., Medbo, J.I. (1992). Glucogen breakdown in different human muscle fibre types during exhaustive exercise of short duration. *Acta Physiol Scand*, 135: 135-141.
202. Watanabe, T., Owashi, K., Kanauchi, Y., Mura, N., Takahara, M., Ogino, T. (2005). The short-term reliability of grip strength measurement and the effects of posture and grip span. *J Hand Surg*, 30(3): 603-609.
203. Watts, P., Newbury, V., Sulentic, J. (1996). Acute changes in handgrip strength, endurance, and blood lactate with sustained sport rock climbing. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*. 36(4): 255-60.
204. Westerblad, H., Allen, D.G. y Lännergren, J. (2002). Muscle fatigue: lactic acid or inorganic phosphate the major cause?. *N Physiol Sci*, 17: 17-21.
205. West, W., Hicks, A., Clements, L., Dowling, J. (1995). The relationship between voluntary electromyogram, endurance time and intensity of effort in isometric handgrip exercise. *European Journal of Applied Physiology*. 71 (4): 301-305.
206. Wetman, A. y Regan, J.D. (1983). Prior exhaustive exercise and subsequent, maximal constant load exercise performance. *Int J Sport Med*, 4 (3): 184-199.
207. Weltman, A., Stamford, B.A. y Fulco, C. (1979). Recovery from maximal effort exercise: lactate disappearance and subsequent performance. *J Appl Physiol*, 47: 677-682.
208. 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.
209. Wilmore, J.H., y Costill, D.L. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. (5ª. Ed.). Barcelona: Paidotribo.
210. 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.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

211. Wit, A., Trzaskoma, Z., Eliaszc, 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.
212. Withers R.T., Sherman, W.M., Clark, D.G. y col. (1991). Muscle metabolism during 30, 60 and 90 s of maximal cycling on air-braked ergometer. *Eur J Appl Physiol*, 63: 354-362.
213. Wootton, S.A., Williams, C. (1983). The influence of recovery duration on repeated maximal sprints. In: Knuttgen, H.G., Vogel, J.A., Poortmans, J., (Ed.) *Biochemistry of exercise*. Champaign: Human Kinetics, 1983. p. 269-273. (International Series on Sports Sciences).
214. Yamaji, S., Demura, S., Nagasawa, Y., Nakada, M.(2006). The influence of different target values and measurement times on the decreasing force curve during sustained static gripping work. *J Physiol Anthropol*, 25(1):23-28.
215. 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: 891-896.
216. Yoon, J. (2002). Physiological Profiles of Elite Senior Wrestlers. *Sports Med*, 32 (4): 225-233.
217. Yoon, J., 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.
218. Zatsiorsky, V. (1995). *Science and Practice of Strength Training*. HumanKinetics. Champaign IL.

# 7.

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS



*UGR* Universidad  
de Granada

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 2

**Tabla 2.1.** Características de los sujetos.

### CAPÍTULO 3

**Tabla 3.1.** Estadísticos descriptivos de la PMA y la PMD de cada combate en el ejercicio de press en banca.

**Tabla 3.2.** Resultado del test de comparaciones múltiples sobre la PMA y la PMD de los combates.

**Tabla 3.3.** Resultado del análisis comparativo de la PMA y la PMD de los combates.

**Tabla 3.4.** Estudio comparativo de la PMA y la PMD de cada combate.

**Tabla 3.5.** Correlación de la PMD de los combates con la concentración máxima de lactato después de los combates.

**Tabla 3.6.** Correlación de la PMA1 con diferentes medidas antropométricas.

**Tabla 3.7.** Estadísticos descriptivos de la FA y la FD.

**Tabla 3.8.** Análisis general del efecto de la sucesión de combates y el momento de la medida sobre la FA y la FD.

**Tabla 3.9.** Estudio comparativo de la FA y la FD.

**Tabla 3.10.** Resultado del análisis comparativo de la FA y la FD.

**Tabla 3.11.** Efecto de los combates en la fuerza con la que se consigue la PM.

**Tabla 3.12.** Correlación de la FD con el LACT.

**Tabla 3.13.** Estadísticos descriptivos de la VA y VD en cada combate.

**Tabla 3.14.** Análisis general del efecto de la sucesión de combates y el momento de la medida sobre la VA y la VD.

**Tabla 3.15.** Resultado del cambio de la VA y VD en cada combate.

## CAPÍTULO 7: ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.

- Tabla 3.16.** Resultado del análisis comparativo de la VA y la VD.
- Tabla 3.17.** Efecto de los combates en la velocidad con que se consigue la PM.
- Tabla 3.18.** Correlación de la VD con el LACT.
- Tabla 3.19.** Valores de la 1RM, el % de 1RM con el que los sujetos desarrollan la PM, X y DT.
- Tabla 3.20.** Correlación de la 1RM con diferentes medidas antropométricas.
- Tabla 3.21.** Estadísticos descriptivos de la FIM de la mano derecha e izquierda antes y después de cada combate.
- Tabla 3.22.** Resultado del test de comparaciones múltiples sobre la dinamometría manual antes y después de los combates.
- Tabla 3.23.** Resultado del análisis comparativo de la dinamometría máxima de la mano derecha e izquierda antes y después de los combates.
- Tabla 3.24.** Resultado del cambio de FIM en la mano antes y después de cada combate.
- Tabla 3.25.** Correlaciones del LACT con la FIMA y la FIMD en ambas manos.
- Tabla 3.26.** Correlación de la FIMDA1 y FIMIA1 con la masa corporal.
- Tabla 3.27.** Correlación de la 1RM con el % 1RM con el que los judokas consiguen su PM.
- Tabla 3.28.** Correlación de la 1RM con la PMA1.
- Tabla 3.29.** Correlación de la 1RM con la FA1.
- Tabla 3.30.** Correlación de la 1RM con la VA1.
- Tabla 3.31.** Correlación del % 1RM con el que los judokas consiguen la PM, con la PMA y la PMD.
- Tabla 3.32.** Correlación del % 1RM con el que los judokas consiguen la PM, con la FA y la FD.
- Tabla 3.33.** Correlación del % 1RM con el que los judokas consiguen la PM, con la VA y VD.
- Tabla 3.34.** Correlaciones de la 1RM con la PMA y la PMD.



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

- Tabla 3.35.** Características antropométricas de los judokas del estudio.
- Tabla 3.36.** Media y desviación típica del número de pausas en cada minuto y en el total de los combates
- Tabla 3.37.** Media del tiempo total de pausa y de trabajo por UTE.
- Tabla 3.38.** Media de los tiempos por secuencia de pausa y de trabajo por UTE.
- Tabla 3.39.** Estadísticos descriptivos para el LACT1, LACT3 y LACT14.
- Tabla 3.40.** Resultado del test de comparaciones múltiples sobre las concentraciones de lactato después de cada combate.
- Tabla 3.41.** Resultado del análisis comparativo de la concentración sanguínea de ácido láctico después de los combates.
- Tabla 3.42.** Correlaciones entre las concentraciones máximas de lactato.
- Tabla 3.43.** Correlación entre la masa corporal y la concentración máxima de lactato después de los combates.
- Tabla 3.44.** Media y desviación típica de la FC durante los combates.
- Tabla 3.45.** Análisis general del efecto de la sucesión de combates sobre la FC.
- Tabla 3.46.** Resultado del análisis comparativo de la FC durante los combates.

**CAPÍTULO 4**

- Tabla 4.1.** Análisis comparativo de la FIM de la mano en judokas y otros deportes.
- Tabla 4.2.** Análisis comparativo del porcentaje graso de judokas masculinos de diferentes niveles competitivos.

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Figura 1.1.** Zona de competición.
- Figura 1.2.** Encadenamiento de los metabolismos en función de la intensidad del ejercicio.
- Figura 1.3.** Esquema general de las cualidades físicas según Cometti (1998 a; 1989 b, en Cometti, 1998).
- Figura 1.4.** Clasificación de las cualidades físicas. Padial (1993).
- Figura 1.5.** Ejemplo de la relación fuerza-velocidad en un sujeto lento y otro rápido (modificado de Bosco, 1992).
- Figura 1.6.** Cambios más usuales en la curva f-v a lo largo de la preparación de un deportista (modificado de Zatziorsky, 1995).
- Figura 1.7 a y b.** Equivalencia de los cambios producidos en la curva f-t y en la curva f-v (modificado de González Badillo y Gorostiaga, 1995).
- Figura 1.8.** Representación esquemática de la relación fuerza velocidad y clasificación biológica de las distintas manifestaciones de fuerza (Bosco, 2000).
- Figura 1.9.** Curva de potencia y su relación con la curva f-v (Tihanyi, 1988).

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

## CAPÍTULO 2

- Figura 2.1 a y b.** Sistema Isocontrol 3.6 plus (JLML) I+D.
- Figura 2.2.** Dinamómetro digital Psymtec TKK-5101.
- Figura 2.3.** Dr. Lange Miniphotometer LP20.
- Figura 2.4.** Polar Sport Tester S610.
- Figura 2.5.** Plicómetro Holtain Ltd, Crymych, Reino Unido.
- Figura 2.6.** Esquema del diseño del estudio.
- Figura 2.7.** Pantalla inicial del software I.D. 3.6. plus.
- Figura 2.8.** Curva de espacio recorrido asociada a la curva de PM expuesta más arriba. Como se observa no existe contramovimiento.
- Figura 2.9.** Tabla de máximos. Lugar donde se observa el valor de PM y su valor asociado de fuerza en el ejercicio de press en banca.
- Figura 2.10.** Tabla de máximos. Lugar donde se observa el valor de la velocidad desarrollada en la repetición en la que se realiza la PM en el ejercicio de press en banca.
- Figura 2.11a.** Protocolo de medición de la FIM (mano izquierda).
- Figura 2.11b.** Protocolo de medición de la FIM (mano derecha).
- Figura 2.12.** Organización espacial del estudio.
- Figura 2.13.** Toma de lactato basal ( $[La]_{\text{basal}}$ ).
- Figura 2.14.** Toma de lactato después de los combates.
- Figura 2.15.** Procedimiento de protección del sistema de medición y recogida de la FC en el judoka.

### CAPÍTULO 3

- Figura 3.1.** Media y desviación típica de la PMA y la PMD, en el ejercicio de press en banca.
- Figura 3.2.** Relación entre la PMA1 con diferentes variables antropométricas.
- Figura 3.3.** Media y desviación típica de la FA y la FD de los combates, mediante el ejercicio de press en banca.
- Figura 3.4.** Media y desviación típica de la VA y la VD, en el ejercicio de press en banca.
- Figura 3.5.** Relación entre la 1RM y diferentes medidas antropométricas.
- Figura 3.6.** Media y la desviación típica de la FIM de ambas manos, antes y después de cada combate.
- Figura 3.7.** Relación entre la masa corporal de los judokas y la FIMD y la FIMI.
- Figura 3.8.** Tiempo de pausa y de trabajo por UTE.
- Figura 3.9.** Media y desviación típica del tiempo de las secuencias de pausa y de trabajo por UTE.
- Figura 3.10.** Media y desviación típica del LACT1, LACT3 y LACT14).
- Figura 3.11.** Relación entre la masa corporal de los judokas y el LACT1, LACT2, LACT3 y LACT4.
- Figura 3.12.** Media y desviación típica de la FC durante los combates.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

---

# 8.

## ABREVIATURAS



*UGR*

Universidad  
de Granada

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

## ABREVIATURAS

<b>ATP:</b>	Adenosintrifosfato.
<b>CEA:</b>	ciclo estiramiento-acortamiento.
<b>cm:</b>	Centrím metro/s.
<b>cm<sup>2</sup>:</b>	Centrím metro/s cuadrado/s.
<b>col:</b>	colaboradores o coautores.
<b>CP:</b>	Creatin-fosfato o fosfocreatina.
<b>Curva f-t:</b>	Curva Fuerza – Tiempo.
<b>Curva f-v:</b>	Curva Fuerza – Velocidad.
<b>EMG:</b>	Actividad eléctrica muscular (electromiografía).
<b>F:</b>	Fuerza.
<b>FA:</b>	Fuerza con la que se consigue la PM antes de los combates.
<b>FA1:</b>	Fuerza con la que se consigue la PM antes del combate 1.
<b>FA2:</b>	Fuerza con la que se consigue la PM antes del combate 2.
<b>FA3:</b>	Fuerza con la que se consigue la PM antes del combate 3.
<b>FA4:</b>	Fuerza con la que se consigue la PM antes del combate 4.
<b>FC máx:</b>	Frecuencia cardiaca máxima.
<b>FC:</b>	Frecuencia Cardiaca.
<b>FD:</b>	Fuerza con la que se consigue la PM después de los combates.
<b>FD1:</b>	Fuerza con la que se consigue la PM después del combate 1.
<b>FD2:</b>	Fuerza con la que se consigue la PM después del combate 2.
<b>FD3:</b>	Fuerza con la que se consigue la PM después del combate 3.

<b>FD4:</b>	Fuerza con la que se consigue la PM después del combate 4.
<b>FDM:</b>	Fuerza Dinámica Máxima.
<b>FDMR:</b>	Fuerza Dinámica Máxima Relativa.
<b>FE:</b>	Fuerza Explosiva.
<b>FEM:</b>	Fuerza Explosiva Máxima.
<b>FI:</b>	Fuerza Isométrica.
<b>FIJ:</b>	Federación Internacional de Judo.
<b>FIM:</b>	Fuerza Isométrica Máxima.
<b>FIMDA:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano derecha antes de los combates.
<b>FIMDA1:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano derecha antes del combate 1.
<b>FIMDA2:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano derecha antes del combate 2.
<b>FIMDA3:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano derecha antes del combate 3.
<b>FIMDA4:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano derecha antes del combate 4.
<b>FIMDD:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano derecha después de los combates.
<b>FIMDD1:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano derecha después del combate 1.
<b>FIMDD2:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano derecha después del combate 2.
<b>FIMDD3:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano derecha después del combate 3.
<b>FIMDD4:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano derecha después del combate 4.
<b>FIMIA:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda antes de los combates.
<b>FIMIA1:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda antes del combate 1.
<b>FIMIA2:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda antes del combate 2.
<b>FIMIA3:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda antes del combate 3.
<b>FIMIA4:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda antes del combate 4.



*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

<b>FIMID:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda después de los combates.
<b>FIMID1:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda después del combate 1.
<b>FIMID2:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda después del combate 2.
<b>FIMID3:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda después del combate 3.
<b>FIMID4:</b>	Fuerza isométrica máxima de la mano izquierda después del combate 4.
<b>FM:</b>	Fuerza Máxima.
<b>h:</b>	Hora/s.
<b>H+:</b>	Protón/es.
<b>Hz:</b>	Hercios.
<b>I:</b>	Impulso.
<b>IMC:</b>	Índice de Masa Corporal.
<b>Kg:</b>	Kilogramo/s.
<b>Kgf/Kg:</b>	Kilogramos – Fuerza por kilogramo de peso corporal.
<b>Kgf:</b>	Kilogramo/s – Fuerza.
<b>l:</b>	Litro/s.
<b>LACT/1:</b>	Concentración máxima de lactato sanguíneo después del combate 1.
<b>LACT/2:</b>	Concentración máxima de lactato sanguíneo después del combate 2.
<b>LACT/3:</b>	Concentración máxima de lactato sanguíneo después del combate 3.
<b>LACT/4:</b>	Concentración máxima de lactato sanguíneo después del combate 4.
<b>LACT:</b>	Concentración máxima de lactato sanguíneo después de los combates.
<b>LACT1:</b>	Concentración máxima de lactato sanguíneo al min 1 después de los combates.
<b>LACT3:</b>	Concentración máxima de lactato sanguíneo al min 3 después de los combates.

<b>LACT14:</b>	Concentración máxima de lactato sanguíneo al min 14 después de los combates.
<b>m/s:</b>	Metros por segundo.
<b>m:</b>	metro/s.
<b>min.:</b>	minuto/s.
<b>ml/kg/min:</b>	Mililitros por Kg de masa corporal y por minuto.
<b>ml:</b>	Mililitros.
<b>mm:</b>	Milímetros.
<b>mmol/kg:</b>	Milimoles por Kg de masa corporal.
<b>mmol/l:</b>	Milimoles por litro de sangre.
<b>ms:</b>	Milisegundo/s.
<b>N:</b>	Newton.
<b>Nº P:</b>	Numero de pausas en el combate de Judo.
<b>O<sub>2</sub>:</b>	Oxígeno.
<b>P:</b>	Potencia.
<b>PAP:</b>	Potenciación post-activación.
<b>PM:</b>	Potencia Máxima o URM.
<b>PMA:</b>	Potencia Máxima antes de los combates.
<b>PMA1:</b>	Potencia Máxima antes del combate 1.
<b>PMA2:</b>	Potencia Máxima antes del combate 2.
<b>PMA3:</b>	Potencia Máxima antes del combate 3.
<b>PMA4:</b>	Potencia Máxima antes del combate 4.
<b>PMD:</b>	Potencia Máxima después de los combates.
<b>PMD1:</b>	Potencia Máxima después del combate 1.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

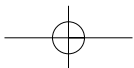
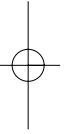
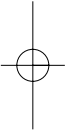
<b>PMD2:</b>	Potencia Máxima después del combate 2.
<b>PMD3:</b>	Potencia Máxima después del combate 3.
<b>PMD4:</b>	Potencia Máxima después del combate 4.
<b>ppm:</b>	Pulsaciones por minuto.
<b>s:</b>	Segundo/s.
<b>SD:</b>	Desviación típica o estándar.
<b>SJFT:</b>	Special Judo Fitness Test: test específico de Judo para la valoración de la capacidad anaeróbica.
<b>SNC:</b>	Sistema Nervioso Central.
<b>t:</b>	Tiempo.
<b>TD:</b>	Tiempo de detención o pausa temporal durante el combate de Judo.
<b>TEM:</b>	Error técnico de la medida (cineantropometría).
<b>T°SPA:</b>	Tiempo por cada secuencia de pausa durante el combate de Judo.
<b>ToSTR:</b>	Tiempo por cada secuencia de trabajo durante el combate de Judo.
<b>TR:</b>	Tiempo real de combate o tiempo que los judokas están realmente luchando.
<b>TT:</b>	Tiempo total de un combate de Judo.
<b>URM:</b>	Umbral de rendimiento muscular o PM.
<b>UTE:</b>	Unidad de tiempo real del combate de Judo (corresponde a 1 min de tiempo real de combate. Hay 5 UTEs en cada combate: UTE1, UTE2, UTE3, UTE4, UTE5).
<b>V:</b>	Velocidad.
<b>VA:</b>	Velocidad con la que se consigue la PM antes de los combates.
<b>VA1:</b>	Velocidad con la que se consigue la PM antes del combate 1.
<b>VA2:</b>	Velocidad con la que se consigue la PM antes del combate 2.

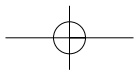
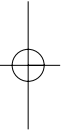
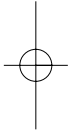
## CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES.

<b>VA3:</b>	Velocidad con la que se consigue la PM antes del combate 3.
<b>VA4:</b>	Velocidad con la que se consigue la PM antes del combate 4.
<b>VD:</b>	Velocidad con la que se consigue la PM después de los combates.
<b>VD1:</b>	Velocidad con la que se consigue la PM después del combates 1.
<b>VD2:</b>	Velocidad con la que se consigue la PM después del combates 2.
<b>VD3:</b>	Velocidad con la que se consigue la PM después del combates 3.
<b>VD4:</b>	Velocidad con la que se consigue la PM después del combates 4.
<b>VO<sub>2</sub> máx:</b>	Consumo máximo de oxígeno.
<b>W/Kg:</b>	Vatios por kilogramo de peso.
<b>W:</b>	Vatio/s.
<b>X:</b>	Media aritmética.
<b>% 1RM:</b>	% de la carga máxima con el que los judokas consiguen su PM.
<b>([La]<sub>basal</sub>):</b>	Toma de lactato basal.
<b>1RM:</b>	Carga máxima en Kg. que los judokas levantan en el ejercicio de press en banca.

*Evolución de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de Judo.*

---





DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTIVA.  
UNIVERSIDAD DE GRANADA.

PROGRAMA DE DOCTORADO:  
NUEVAS PERSPECTIVAS DE INVESTIGACIÓN  
EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE.

Tesis doctoral:

## EVOLUCIÓN DE LA FUERZA MUSCULAR DEL TREN SUPERIOR EN SUCESIVOS COMBATES DE JUDO

2007, Juan Bonitch Góngora.

Directores:

*Dr. D. Paulino Padial Puche*

*Dra. Dña. Belén Feriche Fernández-Castanys*

Doctorando:

*Juan Bonitch Góngora.*



ugr

Universidad  
de Granada